This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

3 3433 06274557 9

COMITÉ INTERNATIONAL

DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES

SÉANCES DE 1875-1876.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

1876

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DE 1875-1876.

COMITÉ INTERNATIONAL

DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES

NEW YORK PUBLIC LIBRARY

SÉANCES DE 1875-1876.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1876

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
1905

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE 1875-1876.

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE.

Lundi 19 avril 1875.

Conformément à l'article 6 des Dispositions transitoires de la Convention et suivant la décision prise par la Conférence diplomatique du mètre, dans sa séance du 15 avril 1875, le Comité international des poids et mesures s'est réuni aujourd'hui, 19 avril, à l'hôtel du Ministère des Affaires étrangères, dans la salle des conférences de la Direction des Consulats.

Étaient présents :

MM. Foerster, Herr, Stas, Ibañez, Morin, Govi, Wild, Broch, de Wrede, Hirsch, Husny-Bey.

M. Foerster ouvre la séance en expliquant qu'en sa qualité de représentant du pays qui, dans l'ordre alphabétique des États contractants, occupe la première place, il s'est

permis de prendre l'initiative de la convocation du Comité et d'ouvrir la séance comme Président provisoire. D'après le même principe de l'ordre alphabétique, il prie le délégué de la Turquie, M. Husny-Bey, de l'assister comme Secrétaire provisoire.

M. Foerster expose que les deux délégués qui, lors de la nomination de l'ancien Comité permanent en 1872, avaient obtenu le plus grand nombre de suffrages après les membres élus, et qui, d'après l'article 8 du Règlement de la Convention, font partie du Comité international, sont MM. Hirsch et Govi (voir *Procès-verbal de la séance du* 12 *octobre* 1872). Il a convoqué ces deux messieurs comme membres du Comité international des poids et mesures.

M. Foerster constate qu'on a adressé à tous les membres du Comité, soit par lettre, soit par dépêche, en temps opportun, la convocation pour la réunion d'aujourd'hui, de sorte que les membres absents ont été mis à même de faire usage du droit que leur confère l'article 12 du Règlement, de déléguer leurs votes à l'un des membres présents.

Par conséquent, M. Foerster, avant qu'on procède à la nomination du Bureau, croit devoir demander si quelque membre présent a reçu la délégation d'un collègue absent.

M. Herr déclare qu'il a reçu la délégation du vote de M. Hilgard par une lettre de M. le Ministre des États-Unis, dont il donne lecture et qu'il dépose sur le Bureau. Cette lettre est conçue dans les termes suivants :

Paris, le 17 avril 1875.

« Monsieur le Docteur J. Herr,

» J'ai l'honneur de vous informer qu'en vertu de pouvoirs qui m'ont été envoyés par M. J.-E. Hilgard et après entente préalable avec vous à ce sujet, vous êtes autorisé à donner son vote dans l'élection du Président et du Secrétaire du Comité international, ainsi que

dans celle provisoire du Directeur et d'un adjoint du Bureau international. Vous êtes également autorisé à agir en son nom dans les démarches qu'il y aura lieu de faire pour vous assurer du concours de l'administration française pour l'acquisition du terrain qui est en vue pour y établir le siége du Bureau.

» Veuillez agréer l'assurance de ma plus parfaite considération.

» WASHBURNE. »

M. FOERSTER demande si d'autres membres étaient munis des pleins pouvoirs de membres absents, et, personne n'en ayant produit, constate que le nombre des membres présents suffit, d'après l'article 12 du Règlement, pour prendre des décisions valables. Le nombre des votants est de douze, et, par conséquent, la majorité de sept.

On procède à la nomination du Président au scrutin secret. Douze bulletins sont délivrés, et le dépouillement, fait par le Président et le Secrétaire provisoires, donne pour résultat : M. le général Ibañez, 11 voix; bulletin blanc : 1.

M. Foerster proclame M. le général IBAÑEZ Président du Comité international des poids et mesures.

M. IBAÑEZ remercie ses Collègues de la confiance qu'ils viennent de lui témoigner en le choisissant pour ce poste d'honneur et déclare accepter sa nomination, en réservant l'autorisation de son Gouvernement dont il n'a pas de raison de douter.

M. Ibañez, ayant pris place au fauteuil du Président, fait procéder à la nomination du Secrétaire. Douze bulletins sont délivrés et le dépouillement donne pour résultat :

M. HIRSCH	10 voix
M. GOVI	1 voix
Bulletin blanc	1

M. le PRÉSIDENT proclame M. le Dr HIRSCH Secrétaire du

Comité international des poids et mesures, et déclare le Comité international constitué.

M. Hirsch, en acceptant sa nomination, remercie ses Collègues de l'honneur qu'ils viennent de lui faire; il s'efforcera de répondre, dans la mesure de ses forces, à la confiance du Comité, en remplissant les importantes fonctions qui lui incombent, dans l'intérêt de la grande œuvre dont il est fier d'avoir pris l'initiative il y a dix ans.

M. le Président met en discussion la question de l'emplacement pour le Bureau international des poids et mesures, et demande si quelque membre aurait des propositions à faire sur ce point.

M. Herr expose que plusieurs membres du Comité, suivant le conseil de M. Dumas, sont allés, la semaine dernière, à Sèvres, où M. le Directeur de la Manufacture de porcelaine les a conduits à l'ancien pavillon de Breteuil, à l'entrée du parc de Saint-Cloud. Cette localité leur a semblé réunir, à un degré remarquable, les conditions principales qu'on doit avoir en vue pour l'emplacement du Bureau, et M. Herr se permet d'attirer l'attention du Comité sur cette localité.

M. Husny-Bey prie M. le Président de désigner quelques membres du Comité qui seraient chargés de se rendre sur place, d'examiner la localité aux points de vue essentiels pour la destination et de faire un Rapport détaillé au Comité dans sa prochaine séance.

M. Hirsch propose pour cette délégation : MM. Morin, Broch, de Wrede et Foerster; il croit que ces messieurs pourraient peut-être faire cette excursion à Sèvres, dans la matinée, de façon qu'on pût tenir séance demain, à 4 heures, attendu qu'il lui semble désirable que les séances se suivent, autant que possible, tous les jours.

M. Morin, qui ne connaît pas l'emplacement de Sèvres, dont il est question, a pensé, de son côté, à un pavillon dans le parc de Compiègne, qui lui semble réunir beaucoup d'avantages. Situé sur une terrasse à 20 mètres environ au-dessus de l'Oise, par laquelle il se trouve séparé de la voie ferrée, ce pavillon, si ses dimensions, qu'on pourrait au reste facilement agrandir, étaient suffisantes, offrirait un local d'une solidité et d'une tranquillité parfaites. Il est vrai que la distance de Paris est un peu considérable; cependant on la franchit par train-express en une heure et demie, et dans la ville de Compiègne les fonctionnaires et employés du Bureau trouveraient facilement à se loger. Si le Comité jugeait utile d'inspecter cet emplacement, M. le général Morin s'offre à y conduire ses Collègues.

M. Govi relève cet avantage particulier de l'emplacement de Sèvres, que le pavillon de Breteuil se trouve adossé à une colline, dans laquelle on pourrait ménager une galerie horizontale appropriée au dépôt des prototypes, qui s'y trouveraient garantis contre toute espèce d'accidents et seraient placés dans une température très-constante.

M. Broch, qui n'a pas encore visité le pavillon de Breteuil, tout en lui reconnaissant beaucoup d'avantages, aimerait que la délégation qui s'y rendrait demain examinât la stabilité du sol au moyen d'un bain de mercure et d'une lunette, ce qui serait assez facile à exécuter.

M. de Wrede voit dans la situation même de l'endroit, loin des voies ferrées et des grandes routes, et dans la configuration du sol, des garanties presque suffisantes pour la stabilité; toutefois il lui semblerait indispensable que le grand chemin, qui actuellement conduit de Sèvres au château de Saint-Cloud et qui passe droit devant le pavillon, fût fermé ou détourné.

M. Foerster croit que l'expérience au moyen du bain de

mercure, que l'on a proposée, est inutile, puisque la nature du sol et la situation à un niveau supérieur à la grande route voisine de Sèvres excluent tout danger de trépidation; d'un autre côté, elle lui semble insuffisante, puisque des expériences qu'il a faites dans un but analogue lui ont démontré que le bain de mercure n'indique souvent pas les mouvements légers et rhythmiques du sol, qui sont encore très-distinctement indiqués par un seismomètre sensible.

M. Wild croit cependant, d'après les observations qu'il a faites dans son observatoire de Saint-Pétersbourg, qu'un bain de mercure, pourvu qu'il ne soit pas circulaire, suffit pour indiquer toutes les trépidations du sol suffisamment intenses pour compromettre les opérations de précision qu'on sera appelé à faire dans le Bureau des poids et mesures.

M. Morin, à propos du souterrain dont on a parlé, comme pouvant être pratiqué dans la colline de Saint-Cloud pour servir de dépôt des prototypes, croit devoir signaler les inconvénients graves auxquels un pareil emplacement expose, par suite de l'humidité considérable qui y règne surtout en été, lorsque l'air chaud extérieur qui y pénètre condense la vapeur qu'il contient. Il expose avec quelques détails l'arrangement par lequel on pourrait obtenir une enceinte à température constante et exempte d'humidité, en y introduisant par un système particulier de ventilation de l'air plus froid, qui ne dépose par conséquent pas de vapeur.

M. Hirsch développe, aux différents points de vue qui lui semblent essentiels, les avantages que l'emplacement du pavillon de Breteuil offre pour le Bureau des poids et mesures; toutefois il croit du devoir du Comité d'examiner également la localité indiquée par M. le général Morin; et, pour que tous les membres puissent comparer les avantages

des deux emplacements, il croirait utile d'arranger les deux excursions de façon qu'elles ne coïncident pas.

Le Comité décide que, mardi, les membres qui n'auraient pas encore visité le pavillon de Breteuil s'y rendraient dans la matinée, et que MM. Broch et Wild seraient spécialement invités à y faire l'expérience du bain de mercure. Dans la séance de mardi, fixée à 4 heures du soir, le Comité pourrait déjà entendre le Rapport de ces messieurs. L'excursion à Compiègne est fixée à mercredi, et, comme on ne pourra être de retour que le soir, le Comité ne siégera pas ce jour-là.

La séance est levée à 2 heures et demie.

Le Président :
Général Ibañez.

Le Secrétaire :
Docteur Ad. Hirsch.

PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE.

Mardi 20 avril 1875.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Husny-Bey, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 4 heures un quart.

Le procès-verbal de la séance du 19 avril est lu et adopté, après avoir subi quelques rectifications peu importantes.

M. le Président prie les membres qui ont fait l'excursion de Sèvres de présenter leur Rapport sur l'emplacement qu'ils ont inspecté.

M. Husny-Bey croit que, comme le temps n'a pas permis de rédiger un Rapport, chacun est appelé à faire connaître ses impressions. Quant à lui, il a examiné la localité, surtout au point de vue de la nature géologique du sol, qui lui semble réunir toutes les qualités désirables pour l'emplacement d'un établissement de poids et mesures. En effet, la colline sur laquelle est placé le pavillon de Breteuil est formée d'un terrain tertiaire dont les couches sont fortement inclinées, de 35 à 40 degrés, du côté de Versailles. Cette forte pente est très-favorable, en ce sens qu'elle favorise l'écoulement des eaux d'infiltration qui ne

peuvent pas s'accumuler entre les différentes couches : on n'a donc pas à craindre l'humidité du sol. En même temps, la structure géologique du terrain ne favorise nullement la transmission des vibrations et trépidations provenant des routes et des voies ferrées, du reste très-éloignées.

M. Brosch rapporte que les expériences au moyen du bain de mercure n'ont pas complétement réussi, parce qu'il a fallu opérer en plein air, et que, faute d'un couvercle en mica, le bain a été exposé à l'agitation par le vent, de sorte qu'il n'y avait que de rares moments où l'on pouvait observer l'image réfléchie. Dans ces moments, on pouvait se convaincre que le mouvement des piétons dans le voisinage immédiat ne se faisait point sentir sur le bain ; mais, sans vouloir attribuer à ces expériences une valeur concluante, les conditions du sol et l'éloignement des grandes routes excluent tout danger de perturbations nuisibles.

M. Herr, qui a visité plusieurs fois la localité, exprime l'opinion qu'on ne saurait trouver facilement un emplacement plus favorable pour le Bureau des poids et mesures. Il voit surtout un avantage précieux dans la facilité qu'on y aurait de séparer complétement les salles d'observation du corps de bâtiment contenant les autres bureaux et logements.

M. le baron de Wrede a peu à ajouter aux opinions émises par ses collègues. Bien que les expériences d'aujourd'hui n'aient pas réussi à cause du vent, lui, non plus, ne craint pas les trépidations du sol. Quant à l'inconvénient de l'humidité, signalé par M. le général Morin pour le souterrain qu'on se propose de creuser dans la colline, M. de Wrede fait observer que ce local serait destiné uniquement au dépôt des prototypes et de leurs témoins, qui, par leur nature chimique, n'ont rien à craindre de l'humidité, tandis qu'il serait en effet imprudent d'y placer des instruments de précision qui ne tarderaient pas à se rouil-

ler. Du reste, le dépôt des prototypes ne sera ouvert qu'à de longs intervalles, de sorte que l'air extérieur aura peu d'occasions d'y pénétrer, d'autant plus que les prototypes seront probablement enfermés hermétiquement dans une caisse. M. de Wrede croit ainsi qu'il ne faudrait pas renoncer à l'avantage de déposer les prototypes dans une galerie garantie contre tous les accidents, et dans laquelle la température ne varie pas sensiblement.

M. Husny-Bey croit que, pour pouvoir discuter utilement sur les détails d'installation, il serait désirable d'avoir sous les yeux un projet d'aménagement du bureau; pour ce motif, il prie M. le Président de charger un Sous-Comité, composé de quelques membres, de faire élaborer et de présenter au Comité un plan pour le bâtiment et le dépôt du Bureau.

M. Hirsch croit cette proposition prématurée, parce qu'il lui semble qu'on ne saurait élaborer un plan de construction avant d'avoir choisi l'emplacement, dont la nature ne saurait être sans influence sur la distribution et l'aménagement de tout l'établissement. La marche naturelle à suivre lui paraît être de choisir d'abord entre les localités qu'on aura visitées celle qui semble réunir les meilleures conditions, et de faire ensuite, auprès des autorités compétentes, les démarches nécessaires pour s'informer si, et à quelles conditions, le Comité pourrait acquérir l'emplacement qu'il préférerait. Ce n'est qu'après s'être éclairé sur ce point qu'on pourra songer à faire des plans de construction.

Comme personne ne demande plus la parole sur cette question, M. le Président renvoie la discussion ultérieure du choix de l'emplacement à la séance de jeudi et demande si l'on a d'autres propositions à présenter.

M. Herr demande la parole pour faire, d'accord avec M. Foerster, une proposition, tendant à charger provisoi-

rement un membre du Comité des fonctions de Directeur du Bureau international des poids et mesures, jusqu'à ce qu'on puisse procéder à sa nomination définitive, et afin que le Comité profite de son concours pour les études et démarches préparatoires qu'il est appelé à faire.

M. le général Morin apprécie parfaitement les raisons qui font désirer au Comité le concours immédiat du Directeur du Bureau; mais il préférerait qu'on procédât dès à présent à la nomination définitive de ce fonctionnaire, qui aurait ainsi le temps de se préparer aux travaux délicats et d'une nature toute spéciale qu'il sera appelé à diriger.

M. le Président fait donner lecture de l'article 10 du Règlement de la Convention, qui stipule que le Comité, après s'être constitué, en choisissant son Président et son Secrétaire, ne peut procéder à de nouvelles élections ou nominations que trois mois après que tous les membres en auront été avertis.

M. Foerster, bien qu'il préférât également la nomination actuelle et définitive du Directeur, voit cependant dans l'article du Règlement qu'on vient de lire un empêchement formel à un acte semblable. En outre, dit M. Foerster, il y a deux membres absents qui ne sont pas encore suffisamment éclairés sur leur position définitive au sein du Comité, ce qui explique que, bien qu'ils aient été avertis à temps de la réunion actuelle du Comité, ils n'aient pas voulu y participer par délégation. Or il semble à M. Foerster qu'un acte aussi important que la nomination du Directeur devrait s'accomplir, autant que possible, avec le concours effectif de tous les membres.

D'un autre côté, on semble être généralement d'accord sur l'utilité de désigner dès à présent quelqu'un aux fonctions de Directeur, pour qu'il puisse aider le Comité dans l'étude des plans de construction, dans celle des instruments à commander et dans la recherche des employés ca-

pables. Enfin il importe, aux yeux de M. Foerster, que le Comité, par une désignation provisoire, ne laisse pas de doutes sur ses intentions au sujet d'un choix aussi important pour toute l'organisation.

M. Broch ne peut pas voir, dans l'article 10 du Règlement, un obstacle absolu à l'élection définitive du Directeur, parce que, en posant l'avis préalable de trois mois comme condition pour de nouvelles élections ou nominations, on a eu en vue, selon M. Broch, les élections que le Comité serait dans le cas de faire dans une session ultérieure, tandis que la nomination du Directeur du Bureau peut être envisagée comme faisant partie de la constitution du Comité dans lequel le Directeur a voix délibérative.

M. Hirsch ne peut admettre cette interprétation de la disposition réglementaire qui définit nettement ce qu'il faut entendre par la constitution du Comité; mais, si même l'article en question laissait place à une interprétation différente, le Comité n'aurait pas qualité pour la donner. Il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'une Convention internationale, que le Comité surtout doit respecter scrupuleusement. Si l'article 6 des dispositions transitoires autorise le Comité à se constituer et à faire des études préparatoires, même avant l'échange des ratifications, c'est là une mesure exceptionnelle prise dans un but pratique, mais qu'il faut bien se garder d'élargir.

Dans cette situation, le moyen indiqué par la proposition de MM. Herr et Foerster lui semble à la fois légitime et pratique, d'autant plus que même la nomination définitive du Directeur ne serait cependant que provisoire, en ce sens que le Directeur du Bureau ne pourrait entrer définitivement en fonction qu'à l'époque de la mise en vigueur de la Convention.

MM. Wild, Stas et Morin ayant indiqué quelques modifications de rédaction qui sont acceptées par les auteurs de la

proposition, elle est mise aux voix et votée à l'unanimité dans la forme suivante :

« Considérant que dans l'intérêt des études préparatoires et des démarches préalables, dont le Comité international est chargé, il serait désirable qu'il puisse utiliser aussitôt que possible les services d'un Directeur du Bureau international des poids et mesures;

» Considérant d'autre part que des dispositions du Règlement annexé à la Convention l'empêchent de procéder dès à présent à la nomination du Directeur du Bureau;

» Le Comité décide qu'un de ses membres soit invité à vouloir bien se charger des fonctions de Directeur du Bureau international des poids et mesures jusqu'à l'époque où la nomination définitive pourra avoir lieu. »

M. le Président, avant de passer au choix du membre auquel cette charge sera confiée, croit devoir suspendre la séance pendant quelques minutes.

Après être rentré en séance, on procède au scrutin secret; douze bulletins sont délivrés; le dépouillement donne le résultat suivant :

M. Govi a obtenu..... 11 voix;
M. Stas a obtenu..... 1 voix.

Sur l'invitation de M. le Président de déclarer s'il accepte, M. Govi déclare qu'il est très-touché de la confiance dont le Comité vient de l'honorer, et qu'il est tout disposé à se mettre au service du Comité international, mais qu'il doit auparavant s'assurer de l'assentiment de son Gouvernement.

Sur la proposition de M. Husny-Bey, on invite le Bureau du Comité à appuyer, par une lettre, les démarches desti-

nées à solliciter du Gouvernement italien l'autorisation, pour M. Govi, de répondre au vœu du Comité et de remplir les fonctions de Directeur du Bureau international des poids et mesures.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

Le Président :
Général Ibañez.

Le Secrétaire :
Docteur Ad. Hirsch.

PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE.

Jeudi 22 avril 1875.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Husny-Bey, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 1 heure un quart.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la précédente séance; après quelques observations présentées par MM. Foerster, de Wrede et Morin au sujet de l'expérience qu'on aurait faite de la bonne conservation des prototypes anglais et suédois dans des caisses déposées dans des souterrains, le Comité décide, pour laisser cette question, pour le moment intacte, de ne pas la mentionner au procès-verbal. Avec cette modification le procès-verbal est adopté.

Le Secrétaire donne lecture de la Lettre adressée à Son Excellence M. le duc Decazes pour communiquer au Gouvernement français les nominations faites par le Comité international; cette Lettre est approuvée et signée par tous les membres.

M. Govi présente le Rapport suivant sur la visite faite au pavillon de Compiègne :

« Le pavillon, situé tout à côté du château de Compiègne, est placé sur une terrasse qui domine une riante contrée ; il n'est pas grand, mais, sur l'espace libre qui l'environne, on pourrait facilement bâtir d'autres locaux. La direction est à peu près est-ouest, et la lumière arrive par des croisées exposées au midi. Il n'a qu'un étage et paraît être assez solidement bâti. Tant que le château ne sera point habité, l'isolement du pavillon pourra être considéré comme suffisant. Une route qui mène à Soissons et qui borde presque les fondations du pavillon, en traversant un tunnel coupé dans le massif de la terrasse, paraît faire craindre des ébranlements préjudiciables; il est vrai que cette route est peu fréquentée. Si donc la convention ne portait pas expressément l'obligation de fonder à Paris ou dans les environs le Bureau international des poids et mesures, il serait peut-être convenable de procéder à quelques expériences pour constater le degré de stabilité du terrain sur lequel est assis le pavillon de Compiègne. Mais, avant de songer à des emplacements par trop éloignés de Paris, il serait tout indiqué de s'informer d'abord si le domaine ne pourrait pas céder au Bureau international le pavillon de Breteuil, dont la situation, la stabilité et l'état actuel des constructions subsistantes paraissent beaucoup mieux convenir à l'œuvre projetée. Il sera toujours temps plus tard, et en cas de besoin, de chercher ailleurs, et alors le pavillon de Compiègne, malgré son éloignement de Paris, méritera sans doute un nouvel examen de la part du Comité. »

M. Wild voit également dans la distance considérable de Paris une raison sérieuse pour le Comité de ne pas arrêter son choix sur Compiègne, non-seulement pour les motifs formels indiqués par M. Govi, mais aussi parce qu'on manquerait à Compiègne des ressources nécessaires pour la construction, aussi bien que plus tard pour les réparations à faire ; car, dans un établissement pareil, on a souvent besoin d'ouvriers habiles et d'artistes, qu'il serait malaisé de faire venir à Compiègne. En outre, les hommes de

science, qui seront attachés au Bureau, vivraient à Compiègne dans une espèce d'isolement scientifique qui leur pèserait et finirait par nuire à l'établissement même. Comme, d'un autre côté, le pavillon de Breteuil réunit aux yeux de la grande majorité des membres presque tous les avantages qu'on doit rechercher pour un établissement semblable, M. Wild fait la proposition que le Comité fixe son choix sur cet emplacement et charge son Bureau de faire, auprès des autorités françaises, les démarches nécessaires pour acquérir le pavillon de Breteuil. Cette proposition est appuyée par MM. Herr, Foerster et Hirsch.

M. Stas préférerait, en tout cas, que le Comité pût obtenir un emplacement appartenant à l'État, pour éviter les lenteurs et les complications inévitables lorsqu'on serait obligé d'acquérir, peut-être par voie d'expropriation, un domaine privé ; mais, avant de pouvoir se prononcer en faveur du pavillon de Breteuil, il aimerait à être rassuré sur deux points : d'abord il voudrait savoir si cette partie du parc de Saint-Cloud sera comprise dans l'enceinte des nouvelles fortifications, afin d'être sûr qu'on ne se heurtera pas contre des considérations stratégiques; ensuite il désirerait savoir si le pavillon de Breteuil est entouré d'un espace libre suffisamment grand, et en même temps si la nature des terrains est favorable pour pouvoir établir, dans le voisinage immédiat du Bureau, une petite base géodésique, dont on a parlé comme d'un moyen pour contrôler les règles fondamentales.

M. le général Morin ayant fait observer que, sans pouvoir répondre d'une manière précise à la première question de M. Stas, la situation du pavillon de Breteuil à mi-hauteur de la colline ne l'expose pas particulièrement à des accidents de guerre, et qu'il n'y a aucune raison de craindre qu'on vienne à l'utiliser pour une fortification permanente ou accidentelle; et d'autres membres ayant constaté que les environs immédiats du pavillon de Breteuil

se prêtent admirablement à l'établissement d'une base, M. Stas se déclare satisfait.

La discussion est déclarée close et *la proposition de* M. Wild, *mise aux voix, est adoptée par dix voix sur onze membres présents.*

M. Forster, avant que l'on quitte ce sujet pour aborder d'autres questions, demande la permission de remercier M. le général Morin de la gracieuse amabilité avec laquelle il a organisé l'excursion et fait les honneurs de Compiègne. Tous les membres s'associent à cet hommage rendu à leur collègue.

M. le Président met en discussion la question des instruments et en premier lieu celle des comparateurs.

M. Hirsch expose la marche qui lui semble indiquée pour utiliser, le mieux possible, le temps jusqu'à la prochaine réunion du Comité, et pour tout préparer de manière qu'on puisse alors commander définitivement les instruments. Pour le moment, il faut évidemment se borner à s'entendre sur le nombre et la nature des instruments, ainsi que sur les principes essentiels de leur construction, sans toutefois entrer dans des détails mécaniques. Cette entente préalable obtenue, il semblerait utile de charger pour chaque instrument un membre de l'étude spéciale de l'appareil, étude qu'il ferait avec l'aide d'un artiste qu'on aurait désigné. Ces études aboutiraient à des avant-projets de construction qui, accompagnés des dessins et explications nécessaires, devraient être envoyés le plus tôt possible à M. le Président, qui les fera multiplier et enverra une copie à chacun des membres du Comité. Ceux-ci, mis ainsi à même d'étudier les plans avec loisir, les retourneront accompagnés des observations, discussions ou propositions qu'ils jugeront à propos de faire. Le cas échéant, chaque membre serait naturellement libre de proposer, de son

côté, d'autres projets. De cette façon le Président recueillera, dans le courant de l'hiver, un ensemble de données, de renseignements et de mémoires qui lui permettront, avec la coopération du Secrétaire, de soumettre au Comité, dans sa réunion au printemps prochain, des projets mûrement étudiés pour tous les instruments et appareils principaux, de sorte que, après quelques séances de discussion, il sera possible d'arrêter la commande définitive. On pourrait procéder d'une manière semblable aussi pour l'étude collective par correspondance d'un avant-projet de construction pour le bâtiment du Bureau, que le Président fera élaborer par un architecte aussitôt que la réponse du Gouvernement français permettra de compter sur l'acquisition de l'emplacement.

Cette marche générale ayant été approuvée par le Comité, M. Govi expose qu'un certain nombre de membres du Comité, mettant à profit les intervalles parfois un peu longs des séances de la Conférence diplomatique et de la Commission spéciale, se sont livrés, dans des entretiens libres, à une première discussion des instruments. Il se permettra de développer brièvement les résultats de ces entretiens, d'abord en ce qui concerne les comparateurs.

Partant de la considération générale qu'on ne doit pas demander à des instruments de précision des fonctions multiples et diverses, et que dans ce domaine aussi il faut suivre le principe de la division du travail, on peut admettre que les différents travaux qui doivent se poursuivre dans le Bureau des poids et mesures exigent la construction de cinq comparateurs différents :

1° Un *comparateur* destiné uniquement à comparer les mètres à traits. Ce comparateur aura des microscopes grossissant de 60 à 100 fois, portés par des piliers isolés et solides en pierre calcaire compacte ou en grès fin; leur distance sera de 1 mètre. Les microscopes auront un axe de

rotation pouvant tourner sur des coussinets fixés aux piliers, à l'instar des lunettes méridiennes; cet axe sera parallèle à la longueur des mètres à comparer et servira à reconnaître, par des niveaux sensibles placés sur les tourillons, les variations d'inclinaison de l'axe optique du microscope. Des vis de pression permettront d'arrêter, dans le sens transversal, les tubes des microscopes dans le plan médian de la règle à comparer. Les étalons à comparer reposeront sur un chariot à mouvement transversal qu'on fera fonctionner à l'aide d'une manivelle et dont les excursions seront limitées par des buttoirs à vis. Sur le chariot sera placée l'auge destinée à contenir la glycérine dans laquelle on fera les comparaisons. Les règles, dans l'air aussi bien que dans le liquide, seront éclairées autant que possible par la lumière naturelle, afin d'éviter les perturbations causées par la chaleur rayonnante des lampes. Les thermomètres, placés le long des étalons, seront observés par des microscopes à faible grossissement.

2° Un *comparateur à réflexion*, d'après le système de Steinheil, pour comparer les mètres à bout entre eux.

3° Un *comparateur universel* pour la comparaison de tous les étalons et unités des différents systèmes et de toutes les échelles de précision. Les microscopes y seront mobiles le long d'un châssis très-solide en fer; il sera pourvu d'une règle de 2 mètres divisée sur toute sa longueur en centimètres, et à l'extrémité en millimètres, sur une longueur de 1 décimètre. L'emploi de cylindres auxiliaires permettra d'utiliser cet instrument aussi pour les comparaisons des étalons à bout.

4° Un *comparateur* semblable au premier, mais long de 4 mètres pour la comparaison des règles géodésiques. Il faut que cet instrument permette la comparaison des règles de 2 toises ($3^m,898$) qui se rencontrent le plus souvent parmi les étalons géodésiques.

5° Un appareil pour exécuter les déterminations de dila-

tation absolue des règles de 1 et de 2 mètres de longueur. Cet appareil doit être pourvu, comme tous les autres, d'une auge pour pouvoir observer les étalons dans la glycérine, et l'auge intérieure sera ici placée dans un caisson extérieur, destiné à recevoir de la glace ou de l'eau chaude.

Il s'engage sur la construction de ces instruments une discussion à laquelle prennent part MM. de Wrede, Foerster, Wild, Stas, Morin et Ibañez.

M. de Wrede n'admet pas le principe de fixer les microscopes sur des piliers isolés, parce qu'on n'est jamais sûr de leur stabilité absolue, ainsi que l'ont montré les observations de MM. Plantamour et Hirsch à Berne; il préfère de beaucoup réunir les microscopes par une règle solide en bois, pour leur assurer une distance plus constante, ainsi qu'il l'a décrit dans la Notice qu'il a distribuée à la Commission internationale en 1872.

M. Wild répond qu'on n'a point en vue pour les comparateurs une fixité absolue, mais seulement qu'on tâche d'assurer autant que possible l'invariabilité des axes optiques pendant les deux ou trois minutes que durera chaque comparaison.

M. Hirsch ajoute que le système préféré par M. de Wrede sera nécessairement employé dans le comparateur universel; de sorte qu'il sera possible de faire au Bureau international des expériences décisives sur la question de savoir si la fixation des microscopes sur des piliers isolés ou leur réunion, au moyen d'une règle, soit en métal, soit en bois, assure la plus grande invariabilité de la distance de leurs axes pendant de courts intervalles.

M. le général Morin regretterait de voir exclu du matériel du Bureau international le comparateur à mouvement

longitudinal, dont, suivant lui, l'exactitude peut rivaliser avec celle des comparateurs à mouvement transversal.

M. Broch objecte que le système à mouvement longitudinal rendrait l'observation dans un liquide, sinon impossible, du moins très-difficile.

M. Foerster répond que les instruments à mouvement longitudinal ne sont avantageux que lorsqu'il s'agit principalement du tracé des étalons, et tout en reconnaissant que, dans l'instrument de ce genre qu'il a eu l'occasion de voir au Conservatoire des Arts et Métiers, on a réussi d'une manière remarquable à éviter et à corriger les nombreuses sources d'erreur que comporte ce système, il ne peut s'empêcher de maintenir que, théoriquement, le système à mouvement transversal qui est employé de préférence dans les instruments modernes est infiniment supérieur. Du reste, si l'expérience que la Section française fera de son appareil à mouvement longitudinal montrait non-seulement une égalité, mais même une supériorité d'exactitude, par rapport au mouvement transversal, il n'y a pas de doute que le Bureau international ne fasse également l'acquisition d'un pareil instrument.

La discussion détaillée des différentes questions a pour résultat les décisions suivantes du Comité :

1° M. le général Ibañez est invité à se charger, en commun avec M. Brünner à Paris, de l'étude spéciale des comparateurs n°s 1 et 4.

2° M. Wild est prié de continuer ses études sur un comparateur à microscopes horizontaux, pour comparer des règles plates placées de champ.

3° M. Foerster, qui fait construire dans ce moment par M. Stollenreuter, à Munich, un comparateur de Steinheil, pour le Bureau des poids et mesures de Berlin, est invité à

transmettre en temps utile à M. le Président les résultats que cet instrument aura fournis; en même temps il voudra bien faire connaître si l'éclairage au moyen des tubes de Geissler, qu'il a commencé à étudier, peut s'appliquer avec avantage aux comparateurs.

4° M. Herr voudra bien se charger, avec M. Starke, constructeur à Vienne, de l'étude spéciale du comparateur universel.

5° M. le baron de Wrede est invité à bien vouloir se charger de l'étude de l'appareil n° 5, destiné aux déterminations de la dilatation absolue.

La séance est levée à 4 heures et demie.

Le Président :
Général Ibañez.

Le Secrétaire :
Docteur Ad. Hirsch.

PROCÈS-VERBAL

DE LA QUATRIÈME SÉANCE.

Vendredi 23 avril 1875.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 2 heures un quart.

M. le Secrétaire soumet à la signature des membres les lettres officielles par lesquelles le Comité communique aux Gouvernements des États contractants les nominations qu'il a faites.

M. le Président met à l'ordre du jour la discussion de la construction des balances à acquérir par le Bureau.

Une série de propositions ayant été faites par M. Govi, en son nom et en celui de plusieurs de ses Collègues, relativement au mode de construction des balances, une discussion s'est engagée sur cette question entre MM. de Wrede, Stas, Morin, Foerster, Wild et Herr.

A la suite de cette discussion, on s'est arrêté aux décisions suivantes :

1. On fera construire au moins deux balances, destinées à la comparaison des kilogrammes dans l'air.

Les fléaux de ces balances ne doivent être ni en acier en fer; on doit moins se préoccuper de la légèreté que la rigidité des fléaux.

3. Chaque couteau doit être sur toute sa longueur en contact avec le plan en pierre dure.

4. La mise en action et l'arrêt du fléau et des étriers doivent se faire au moyen d'un seul organe; cet organe doit être disposé de manière que les différentes opérations se suivent aussi près que possible et toujours dans le même ordre, et de telle façon que, pour la mise en action de la balance, ce soit le couteau du milieu qui soit le premier mis en place. L'organe qu'on voudrait destiner à arrêter ou supporter les plateaux doit être distinct du premier.

5. Les balances doivent être pourvues d'un mécanisme qui permette de transposer les poids sans ouvrir la cage, et, s'il est possible, sans avoir recours à des plateaux auxiliaires ou à d'autres pièces qui, en s'ajoutant aux poids, compliqueraient les pesées.

6. Il est désirable que les manipulations servant à l'arrêt et à la mise en action de la balance, ainsi qu'à la transposition des poids, puissent se faire à distance.

7. La lecture des oscillations doit se faire soit au moyen d'un index, soit par un miroir plan convenablement placé. Pour augmenter la précision des lectures, il convient de s'appliquer plutôt à perfectionner le mode d'observation des oscillations qu'à exagérer la sensibilité de la balance.

8. Une des deux balances à kilogrammes doit être disposée de manière à pouvoir servir en même temps de balance hydrostatique. A cet effet, son support sera percé au-dessous des plateaux, et une seconde cage protégera la partie inférieure de l'appareil contre les mouvements de l'air environnant.

9. On aura deux assortiments de petites balances pour la

pesée des piles : l'un pour les déterminations fondamentales des subdivisions de l'unité, l'autre pour les opérations courantes. Chacun de ces assortiments doit comprendre au moins trois balances de la force de 200, de 50 et de 2 grammes.

10. Toutes les balances du Bureau doivent être munies de cavaliers, qu'on puisse déplacer depuis le dehors.

11. L'humidité à l'intérieur des cages sera déterminée au moyen d'hygromètres à cheveu, contrôlés par des observations psychrométriques. Il sera désirable d'introduire dans les cages des thermomètres différentiels très-sensibles, pour s'assurer de l'équilibre thermique.

Outre ces décisions générales, adoptées sans contestation, le Comité se propose de mettre à l'étude particulièrement les questions suivantes :

a. Si, d'après l'opinion défendue par M. de Wrede, il convient de construire les couteaux d'une manière fixe, de sorte qu'ils ne puissent être corrigés que par les constructeurs ; ou bien s'il vaudrait mieux les munir de moyens, accessibles à l'opérateur, pour corriger le défaut de parallélisme, ainsi que le préfèrent MM. Stas, Foerster, Herr et Wild.

b. S'il convient d'opérer l'arrêt des étriers au moyen de touches à mouvement circulaire d'un rayon égal au bras de levier de la balance.

c. S'il est indispensable de construire les deux balances mentionnées sous le n° 1, de manière que la position théorique des couteaux se trouve réalisée lorsqu'elles sont chargées de kilogrammes, ce qui pourrait impliquer qu'elles deviennent folles pour toute charge moindre.

d. S'il est possible d'arriver à la construction satisfaisante à tous les égards essentiels d'une balance destinée aux pesées dans le vide.

Sur la proposition de MM. Govi, Wild et Hirsch, le Comité décide d'inviter MM. Stas, Herr et de Wrede à entreprendre chacun l'étude d'une des balances, prévues dans la résolution 1, dont le nombre pourra être porté à trois, dans l'intérêt de l'étude comparative des différents principes de construction.

De même, le Comité prie M. Foerster de se charger des études préparatoires de la construction de la balance destinée aux pesées dans le vide; MM. Herr et Govi sont invités à préparer l'exécution des deux assortiments de petites balances mentionnés au n° 9; enfin M. Wild est prié de faire les études préliminaires pour tous les appareils auxiliaires, pour les comparateurs et balances, tels que baromètres et manomètres, thermomètres, etc. Ces membres pourront s'adresser à des artistes de leur choix pour les aider dans leurs études.

La séance est levée à 5 heures.

Le Président :
Général Ibañez.

Le Secrétaire :
Docteur Ad. Hirsch.

PROCÈS-VERBAL

DE LA CINQUIÈME SÉANCE.

Samedi 24 avril 1875.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Husny-Bey, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 3 heures un quart.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté avec une légère modification.

M. le Président fait observer que l'ordre du jour des travaux, dont le Comité a dû s'occuper pendant la première session, est épuisé; il demande si quelque membre aurait encore des propositions à faire.

M. Wild rappelle que, lorsqu'on a proposé en 1872 l'adoption du platine iridié pour matière des prototypes, il s'y est opposé, parce qu'il ne croyait pas cette matière suffisamment étudiée et connue dans toutes ses propriétés physiques. Ce n'est que sur la promesse qu'on ferait cette étude d'une manière complète qu'il a consenti, pour sa part, à l'adopter. D'un autre côté, il semble que la préparation de cet alliage, dans un état parfaitement pur, a rencontré des difficultés inattendues. Dans cet état de choses,

M. Wild croit qu'on doit se féliciter de ce que, les circonstances ne permettant pas au Comité de commencer les travaux de comparaison avant deux ans, on ait tout ce temps devant soi pour étudier à fond la matière qui doit servir à la confection des prototypes, et M. Wild propose de faire savoir à la Section française que le Comité international ne pourrait recevoir les prototypes avant deux ans pour les comparer et vérifier.

Il s'engage à ce propos une discussion entre MM. Morin, Wild, Broch et Foerster, sur les études et recherches à faire.

M. le Président fait remarquer qu'il ne s'agit pas, s'il a bien compris la motion de M. Wild, de discuter à présent, au sein du Comité, le genre et l'étendue des recherches auxquelles il faudrait se livrer, mais simplement de remplir un devoir vis-à-vis de la Section française et du Comité lui-même, en portant à la connaissance de la première que le Comité ne pourra être installé avant deux ans au Bureau international, pour commencer ses travaux de comparaison et de vérification; de sorte que tout ce temps est encore disponible pour la confection des prototypes et les recherches qu'elle peut réclamer.

Après avoir ainsi rétabli la question sur son véritable terrain, M. le Président croit que, pour ne pas laisser la discussion s'égarer, il conviendrait de formuler la motion de M. Wild.

M. Hirsch ne croit pas non plus qu'on doive et puisse se livrer dans ce moment à la discussion scientifique des différentes questions qui se rattachent à la composition chimique et aux propriétés physiques de la matière des prototypes; mais il est d'accord avec M. Wild, que le Comité faillirait à son devoir s'il n'avertissait pas la Section française que le Bureau international, dans lequel doivent se faire les comparaisons et vérifications, ne pourra être in-

stallé avant le printemps de 1877; car la Convention n'entrant en vigueur que le 1er janvier 1876, on ne pourra commencer à bâtir qu'au printemps de 1876, et il faut bien au moins une année pour terminer la construction et l'installation des instruments. Or il ne saurait être indifférent à la Section française de savoir qu'elle n'a pas besoin de se presser pour la confection des prototypes; et le Comité international, qui est appelé par la Convention à prêter son concours à la Section française, ne fait que mettre sa responsabilité à couvert, en apprenant à la Section française que le temps ne manque pas pour se livrer à toutes les recherches et études nécessaires.

Interprétée ainsi, la proposition de M. Wild ne saurait rencontrer d'opposition.

En effet, le Comité adopte à l'unanimité la motion de M. Wild, formulée de la manière suivante :

« Le Comité international des poids et mesures charge son Bureau de faire connaître à la Section française, en temps opportun, qu'il ne sera pas en mesure de commencer les comparaisons et vérifications des prototypes avant le printemps de 1877, et qu'on peut disposer par conséquent de tout le temps nécessaire pour l'étude approfondie de la matière des prototypes, au point de vue de ses propriétés physiques et de sa composition chimique ».

M. le Président propose que le Comité charge son Bureau de faire imprimer les procès-verbaux de ses séances au nombre de 500 exemplaires. Adopté.

M. le Secrétaire prie ses collègues de bien vouloir lui faire connaître leurs adresses exactes, afin que la correspondance active qu'entraîneront les décisions du Comité puisse se poursuivre sans éprouver de retard.

M. le Président prononce la clôture de la session de 1875 du Comité international des poids et mesures.

La séance est levée à 4 heures un quart.

Les membres présents à la séance de clôture :

Le Président :
Général Ibañez.

Le Secrétaire :
Docteur Ad. Hirsch.

MM. W. Foerster, Govi,
Gal A. Morin, Dr H. Wild,
Dr J. Herr, de Wrede,
Husny-Bey, Dr O.-J. Broch,
J.-J. Stas.

2122 Paris. — Imp. de GAUTHIER-VILLARS, quai des Grands-Augustins, 55.

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE 1875-1876.

SESSION DE 1876.

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE.

Lundi 24 avril 1876.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas et Wild.

La séance est ouverte à 1 heure un quart.

M. le Président, en ouvrant la séance, constate que le Comité est en nombre pour délibérer. M. Hilgard, d'après une lettre qui sera communiquée au Comité, regrette de ne pouvoir assister aux séances. M. le baron de Wrede a fait annoncer qu'il doit arriver aujourd'hui même à Paris.

On n'a aucune nouvelle de M. Husny-Bey; les communications qui lui ont été adressées à Constantinople ont été renvoyées par la poste avec l'observation que M. Husny-Bey est parti de Constantinople sans laisser d'adresse.

Avant de commencer les délibérations sur les objets qui forment le programme de la session, il convient de résumer

les points principaux de l'activité du Comité depuis la première session. M. le Président prie le Secrétaire de présenter ce rapport.

Sans vouloir faire un rapport détaillé et complet sur l'activité du Comité et de son Bureau depuis la première réunion, ce qui reste naturellement réservé pour le Rapport prescrit par l'article 19 du Règlement, M. le Secrétaire croit cependant utile de rappeler brièvement les faits principaux qui se sont passés depuis la signature de la Convention. Il désire en même temps porter à la connaissance du Comité quelques correspondances et documents parvenus au Bureau depuis peu de temps.

Après s'être entendu avec M. Gauthier-Villars pour l'impression des procès-verbaux du Comité, le Bureau a pu, dès le mois de juin, distribuer ceux des séances de l'année dernière; la liste de distribution reste déposée au Bureau, où les Membres pourront en prendre connaissance et la compléter au besoin. Le tirage s'est fait à 500 exemplaires, et il est convenu que les procès-verbaux de la session actuelle seront réunis à ceux de l'année dernière pour former le premier volume des Procès-verbaux du Comité international.

Le Bureau s'est ensuite immédiatement occupé des démarches permettant d'établir le tableau des contributions respectives des États contractants. Par une circulaire en date du 30 octobre [1], il a pu communiquer aux Membres du Comité ce tableau, tel qu'il résulte des indications des Gouvernements, et contenant toutes les explications et tous les renseignements nécessaires. Les Gouvernements contractants en ont également reçu communication aussitôt après qu'il a été approuvé par le Comité.

Les négociations avec la Direction générale des Domaines

---

[1] Voir *Annexe* n° I.

ont abouti à la conclusion d'une convention d'après laquelle l'État français a concédé au Comité international des Poids et Mesures le pavillon de Breteuil, pour l'établissement du Bureau international des Poids et Mesures. Cette convention a été portée à la connaissance du Comité par la circulaire du 6 octobre [1].

M. le Secrétaire ajoute que, le 22 avril dernier, il a été délégué par M. le Président pour procéder, assisté de M. Bouchot, à la réception du pavillon de Breteuil, et il donne lecture du procès-verbal de remise qu'il a signé à cet effet, conjointement avec le représentant de la Direction des Domaines.

Voici ce document :

Procès-verbal de remise du pavillon de Breteuil et de ses dépendances.

L'an mil huit cent soixante-seize, le samedi vingt-deux avril, à deux heures de relevée,

M. le Dr Hirsch, secrétaire du Comité international des Poids et Mesures, délégué par M. le général Ibañez, président dudit Comité, et assisté de M. Bouchot, architecte, d'une part;

Et M. Schœll, vérificateur de l'Enregistrement, des Domaines et du Timbre au département de Seine-et-Oise, délégué par M. le Directeur de cette administration audit département, d'autre part, se sont réunis au pavillon de Breteuil, sis dans le parc de Saint-Cloud, à l'effet de procéder : les premiers, à la réception, et le second à la remise du pavillon de Breteuil et de ses dépendances, affectés par la convention du quatre octobre mil huit cent soixante-quinze, ratifiée par la loi du vingt-sept septembre suivant, à l'installation d'un bureau scientifique permanent, dont la Conférence diplomatique du mètre a décidé la création.

Où étant, ils ont visité dans toutes leurs parties les bâtiments et dépendances, qu'ils ont trouvés conformes à la description qui en a été faite dans la convention précitée du quatre octobre mil huit cent soixante-quinze.

---

[1] Voir *Annexe* n° II.

Après visite, M. Schœll a déclaré faire à M. le Dr Hirsch la remise dudit pavillon et de ses dépendances, pour en user conformément à ladite convention et sous les réserves qui y sont stipulées par les articles six, sept et huit.

M. le Dr Hirsch, représentant le Comité international des Poids et Mesures, a déclaré qu'il recevait au nom dudit Comité, et pour l'usage déterminé par la convention du quatre octobre mil huit cent soixante-quinze, le pavillon de Breteuil et ses dépendances, dont la superficie est de deux hectares cinquante et un ares cinquante-trois centiares, et dont le périmètre est figuré par une teinte rose au plan ci-annexé, qui a été signé, *ne varietur*, par les contractants.

L'opération dont étaient chargées les trois personnes susnommées étant terminée, il en a été dressé le présent procès-verbal, en double expédition, dont l'une a été conservée par M. le Dr Hirsch, et l'autre par M. Schœll, et ont lesdites personnes signé après lecture faite, les jours, mois et an que dessus.

Signé : Dr Ad. Hirsch, Schœll, Bouchot.

M. le Président et M. le Secrétaire ont profité de leur présence à Paris au mois de septembre dernier, pour faire les premières démarches tendant à la préparation des avant-projets de construction pour les bâtiments du Bureau international. Ils se sont adressés à M. Bouchot, architecte du Ministère des Travaux publics et de la Compagnie du chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée. D'après un programme qui lui a été fourni par ces deux messieurs, et une esquisse de M. Wild, concernant les salles d'observation, M. Bouchot a élaboré tout d'abord un projet de reconstruction du pavillon de Breteuil et de sa dépendance. Ce projet a été communiqué au Comité par une circulaire en date du 15 janvier, et, comme en témoignent les réponses reçues, a été favorablement accueilli par le Comité à une grande majorité.

Après que les dispositions générales indiquées par M. Wild dans son esquisse, mise en circulation le 2 novembre, eurent été approuvées par la plupart des Membres, M. Bouchot élabora, pour la construction de l'observatoire, un premier projet qui a été communiqué aux Membres du Comité par circulaire du 18 février.

Quelques jours plus tard, le Secrétaire a expédié une Notice accompagnée, à titre de renseignements, des plans du Bureau des Poids et Mesures de Berlin, que M. Foerster avait bien voulu lui fournir.

A part quelques exceptions, le Secrétaire n'a pas encore reçu des Membres du Comité d'appréciations écrites sur ces plans. De son côté, il les a discutés par correspondance avec M. Bouchot; et, à la suite de conférences que M. le Président et M. le Secrétaire ont eues ces jours derniers avec l'architecte, il a élaboré un nouveau projet où il a été tenu compte des observations qui ont été faites, et où le devis a été ramené à des proportions ne dépassant pas les limites du budget. Le Bureau met ce second projet sous les yeux du Comité.

En outre, le Secrétaire s'est adressé à l'atelier de construction de Genève pour avoir un projet concernant les appareils devant servir à la ventilation, au chauffage et au refroidissement des salles. Il dépose également ce projet sur le Bureau (1).

Dans la première réunion, l'étude des instruments avait été confiée à des membres spécialement désignés. Le premier que le Secrétaire a reçu, qu'il a fait autographier et qu'il a envoyé ensuite aux Membres du Comité par une circulaire en date du 28 janvier, est le comparateur à dilatation de M. le baron de Wrede. Ce projet ayant provoqué quelques observations, tant sur le défaut de solidité du support en bois que sur les lentilles destinées à être placées entre les traits de l'étalon et les microscopes, M. de Wrede l'a modifié et complété dernièrement par quelques nouveaux dessins, que le Secrétaire a fait autographier et met sous les yeux du Comité.

Au mois de janvier également, M. le Président a distribué le projet du comparateur N° 1, qu'il a élaboré avec MM. Brunner à Paris.

---

(1) Voir *Annexe* n° III, contenant la Notice de M. Raoul Pictet.

Au mois de février, M. Wild a mis en circulation les plans d'un comparateur à mouvement vertical, d'un baromètre avec manomètre, et d'un appareil pour manipuler les balances à distance.

M. Hirsch a discuté avec M. Turettini, l'habile directeur de l'Atelier de construction de Genève, le projet d'un comparateur à dilatation, dont il met les dessins sous les yeux du Comité.

Sur ces différents projets d'instruments, le Secrétaire n'a reçu que peu d'observations de la part de quelques Membres, de sorte qu'il n'est pas en état de soumettre un résumé de la discussion par correspondance.

M. Herr vient d'apporter les projets du comparateur universel et de la balance, qu'il a étudiés; ces projets sont remis aux Membres du Comité.

L'échange des ratifications de la convention du Mètre, qui avait été fixé d'abord au 20 novembre 1876, a été renvoyé d'un commun accord, sur la demande du Gouvernement français, au 20 décembre, date à laquelle il a été effectué par onze des États contractants.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance d'échange des ratifications; il ajoute que, d'après des renseignements reçus du Ministère des Affaires étrangères, depuis lors les ratifications ont été envoyées de la part de l'Autriche-Hongrie et de la République Argentine. On attend encore celle des États-Unis, du Portugal et du Venezuela.

Voici le procès-verbal ci-dessus mentionné :

Procès-verbal de la séance tenue au château de Versailles, le 20 décembre 1875, pour l'échange des ratifications de la Convention du mètre.

Étaient présents ;

Pour l'Allemagne : M. le comte DE WESDEHLEN, chargé d'affaires;

Pour la Belgique : M. le baron BEYENS, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire ;

Pour le Danemark : M. le comte DE MOLTKE-HVITFELDT, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire;

Pour l'Espagne : S. Exc. le marquis DE MOLINS, ambassadeur extraordinaire et plénipotentiaire;

Pour les États-Unis d'Amérique : M. HITT, chargé d'affaires;

Pour la France : S. Exc. M. le duc DECAZES, ministre des Affaires étrangères;

Pour l'Italie : M. le chevalier NIGRA, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire;

Pour le Pérou : M. Pedro GALVEZ, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire;

Pour la Russie : M. OKOUNEFF, conseiller d'État actuel, conseiller d'ambassade;

Pour la Suède et la Norwége : M. le baron ADELSWÄRD, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire;

Pour la Suisse, M. KERN, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire;

Et pour la Turquie : NASRI-BEY, premier secrétaire d'ambassade.

S. Exc. M. le duc DECAZES fait les communications suivantes :

Le projet de Convention voté par les Chambres des députés d'Autriche et de Hongrie n'a pas encore pu être soumis aux délibérations des Chambres des Seigneurs de ces deux pays. Quoique ce retard mette le Gouvernement austro-hongrois dans l'impossibilité de coopérer à l'échange immédiat des ratifications, la question de principe n'en est nullement atteinte, et S. Exc. M. le comte APPONYI a été autorisé à déclarer de la manière la plus formelle que son Gouvernement considère tacitement la Convention comme devant entrer en vigueur à l'époque fixée et n'a aucune objection à ce que les mesures nécessaires soient prises dès à présent par le Comité international.

Le Gouvernement portugais n'a pas encore obtenu la sanction légis-

lative du Parlement, qui se réunira le 2 janvier prochain, et le Gouvernement des États-Unis d'Amérique est également obligé d'attendre le vote du Sénat, dont la session vient de s'ouvrir. Ces deux gouvernements ont donc besoin d'un délai d'environ deux mois pour produire leurs ratifications.

La République Argentine et le Venezuela sollicitent, de leur côté, la faveur d'un délai dont ils ne déterminent pas la durée.

Un seul des États signataires de la Convention, le Brésil, a résolu en dernier lieu de ne pas s'associer à l'œuvre commune.

Conformément à la clause insérée dans le protocole de la Conférence du 15 avril 1875, les délais demandés par divers États sont accordés.

Il est bien entendu, d'ailleurs, que ces délais ne portent aucune atteinte à l'article 14 de la Convention, qui fixe l'époque de sa mise à exécution, et que, par conséquent, les charges pécuniaires proportionnelles qui en découlent courront, à partir du 1er janvier 1876, pour ceux d'entre les États contractants qui échangeront plus tard leurs ratifications, comme pour ceux qui se trouvent en mesure de les échanger aujourd'hui.

Il est procédé à l'échange des actes de ratification entre l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, l'Italie, le Pérou, la Russie, la Suède et Norwége, la Suisse, la Turquie et la France, suivant le mode convenu et déterminé dans le protocole de la Conférence du 20 mai 1875.

L'échange ultérieur des ratifications ajournées sera, dès qu'il aura eu lieu, porté à la connaissance des États contractants par lettre circulaire de M. le Ministre des Affaires étrangères de France.

Signé : Wesdehlen, Beyens, L. Moltke-Hvitfeldt, Molins, Decazes, Nigra, P. Galvez, Okouneff, G. Adelsward, Kern, Nasri.

Le Secrétaire de la Conférence,
Signé : Ernest Crampon.

Bien que la lettre adressée à la Section française, en vertu d'une résolution du Comité en date du 24 avril 1875, soit restée sans réponse, le Bureau s'est cru obligé d'avertir cette Section de la réunion actuelle du Comité international, ce qu'il a fait le 11 mars par la lettre suivante :

A Monsieur le général Morin, Vice-Président de la Section française de la Commission internationale du mètre de 1872.

« Madrid et Neuchâtel, le 11 mars 1876.

» MONSIEUR LE VICE-PRÉSIDENT,

» Nous avons l'honneur de porter à la connaissance de la Section française que vous présidez, que le Comité international des Poids et Mesures ouvrira sa session de printemps le 24 avril prochain, à 1 heure de l'après-midi, rue Bonaparte, N° 1, à Paris.

» Le Comité sera heureux de recevoir les communications que la Section française voudra bien lui adresser sur l'état actuel de ses travaux, et il s'empressera de lui prêter le concours prévu par l'article 4 des dispositions transitoires de la Convention internationale du 20 mai 1875.

» Veuillez agréer, Monsieur le Vice-Président, l'assurance de notre haute considération.

» *Le Président*,
Signé : Général IBAÑEZ.

Le Secrétaire,
Signé : Dr Ad. HIRSCH.

Cette lettre aussi est restée jusqu'à présent sans réponse.

Depuis la première réunion, le Président a reçu, de la part de la Suisse et de l'Allemagne, des commandes de prototypes. Le Secrétaire donne lecture des documents de commande et de la correspondance échangée à cette occasion avec le Vice-Président de la Section française.

Voici ces diverses pièces :

Le Conseil fédéral suisse, à Monsieur le général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Madrid.

« Berne, le 22 octobre 1875.

» MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

» La Convention des poids et mesures, conclue le 20 mai dernier, ayant créé une organisation internationale offrant toutes les garanties

scientifiques, le Conseil fédéral suisse a décidé de commander, pour la Confédération suisse, conformément aux articles 1 à 6 des « dispositions transitoires » annexées à la Convention mentionnée :

» Un prototype d'un mètre à trait, un prototype d'un kilogramme.

» Veuillez transmettre cette commande à qui de droit, et agréer, Monsieur le Président, l'assurance de notre considération distinguée.

» Au nom du Conseil fédéral suisse :

» *Le Président de la Confédération,*

» Signé : SCHERER.

» *Le Chancelier de la Confédération,*

» Signé : SCHIESS. »

Monsieur le Général Morin, Vice-Président de la Section française.

« Madrid, le 9 novembre 1875.

» MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

» Son Excellence Monsieur le Président et Monsieur le Chancelier de la Confédération suisse m'ont adressé, au nom du Conseil fédéral, une pièce dont voici la copie. (*Voir* la lettre ci-dessus).

» En vous transmettant cette communication, je vous prie, Monsieur le Vice-Président, de vouloir bien faire droit à la demande du Conseil fédéral suisse.

» Agréez, Monsieur le Général, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

» *Le Président,*

» Signé : IBAÑEZ. »

A Monsieur le général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.

« Paris, le 17 novembre 1875.

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» En réponse à votre lettre du 9 courant, par laquelle vous m'informez de la résolution du Gouvernement fédéral suisse de com-

mander pour la Confédération un mètre à trait, et un kilogramme, et me priez de faire droit à cette demande, je dois vous faire remarquer que toutes les demandes analogues d'étalons adressées à la Section française lui ont été transmises par l'intermédiaire du Ministère de l'Agriculture et du Commerce, dont elle relève, lequel avait été avisé par le Ministère des Affaires étrangères, auquel les gouvernements intéressés s'étaient directement adressés, sans recourir même à leurs agents diplomatiques à Paris.

» Pour me conformer à cette marche hiérarchique, j'ai même dû, à l'occasion de quelques demandes, décliner l'intervention d'agents diplomatiques, régulièrement autorisés cependant, mais qui s'étaient directement adressés à moi, comme Vice-Président de la Section française.

» Je dois d'ailleurs ajouter que l'article 16 de la Convention prescrit que toutes les communications du Comité avec les Gouvernements auront lieu par l'intermédiaire de leurs représentants diplomatiques à Paris, et que pour toutes les affaires dont la solution appartiendrait à une administration française, le Comité aura recours au Ministre des Affaires étrangères de France.

» Je crois donc devoir vous prier de suivre cette voie hiérarchique; mais, en attendant, je vais prendre les ordres du Ministre de l'Agriculture et du Commerce, et je ne pense pas qu'il en résulte ni difficulté, ni retard.

» Agréez, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

» *Le Vice-Président de la Section française,*

» Signé : le Général A. Morin. »

Traduction officielle de la lettre contenant la commande de l'Allemagne.

» Au nom du Bureau du Chancelier de l'Empire d'Allemagne, j'ai l'honneur de prier le Comité international des Poids et Mesures de bien vouloir annoncer à la Commission des savants français chargée de la fabrication des nouveaux prototypes et de leurs copies, que l'autorité centrale préposée aux poids et mesures dans l'Empire d'Allemagne demande un exemplaire de chacun des nouveaux prototypes; donc d'abord un mètre à trait et un kilogramme. Quant aux mètres à bout qu'on se propose également de fabriquer plus tard, la Chancel-

lerie de l'Empire demande qu'on inscrive un exemplaire pour la Commission allemande des poids et mesures parmi les copies qu'on doit faire de cet étalon international.

Berlin, le 14 novembre 1875.

» Signé : FOERSTER. »

Au Comité international des Poids et Mesures, aux soins de son Président, Monsieur le général Ibañez, à Madrid.

Le SECRÉTAIRE donne lecture de la lettre suivante, adressée par Son Excellence M. le duc Decazes au Président du Comité :

A Monsieur le général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.

« Paris, le 3 avril 1876.

» MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

» J'ai reçu du gouvernement néerlandais, au sujet des mètres et des kilogrammes qu'il a commandés, en 1873, à la Section française de la Commission internationale du mètre, une communication dont il m'a paru convenable de vous donner connaissance, pour l'information du Comité international des Poids et Mesures.

» La Conférence diplomatique, dont les travaux ont abouti à la Convention du 20 mai dernier, avait pris soin de sauvegarder les intérêts des États non signataires, en stipulant, par des dispositions transitoires, que les prototypes qu'ils auraient commandés leur seraient livrés dans toutes les conditions de garantie déterminées par la Commission de 1872. Mais cette solution ayant pour effet de subordonner la délivrance des étalons métriques à l'établissement d'un Bureau international, dont l'utilité n'est pas démontrée pour les savants néerlandais, et de retarder, par suite, pour un temps indéterminé la vérification de ces étalons, le gouvernement des Pays-Bas a exprimé le désir que les mètres et les kilogrammes qui lui sont destinés lui fussent directement livrés par la Section française de la Commission de 1872, après avoir été vérifiés par elle et comparés au mètre des archives, en présence d'une Commission de savants hollandais chargés d'assister à ces opérations.

» Je n'ai pas pensé que nous pussions refuser de faire droit à cette demande. Les Pays-Bas s'étant abstenus de prendre part à la Conven-

tion, aucune des stipulations qu'elle renferme ne peut leur être imposée, pas même celles qui, comme les dispositions transitoires, ont eu pour objet de sauvegarder leurs intérêts. Le Gouvernement néerlandais conserve donc le droit de faire fabriquer des mètres où bon lui semble, et de les faire vérifier et comparer comme il juge convenable; il appartiendra seulement aux savants étrangers des pays contractants d'apprécier le degré de confiance qu'ils croiront devoir attacher à des prototypes construits et vérifiés dans des conditions autres que celles qu'a fixées la Convention du 20 mai.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce vient, en conséquence, d'adresser des instructions à la Section française, pour qu'il soit donné suite à la demande du Gouvernement néerlandais dans les termes où elle a été formulée.

» Recevez, Monsieur le Général, les assurances de ma haute considération.

» Signé : Decazes. »

Enfin, le Secrétaire communique la traduction suivante d'une lettre de M. Hilgard, reçue aujourd'hui même :

« Washington, le 7 avril 1876.

» Cher Monsieur,

» La prochaine session du Comité international, dans laquelle on décidera sur la construction des bâtiments et des instruments du Bureau, est tellement importante que j'aurais fait les plus grands efforts pour y assister, si la ratification de la Convention du mètre était déjà prononcée par notre Congrès. Ce dernier a été empêché jusqu'à présent, par des préoccupations d'affaires très-pressantes, de s'occuper de la Convention; mais j'ai tout lieu de croire qu'elle sera prochainement ratifiée, attendu qu'elle est demandée par des pétitions venant de tous les côtés du pays.

» En attendant, je n'hésite pas à agir comme membre du Comité international, en donnant du moins mon avis sur les projets et plans qui m'ont été soumis. Puisque je n'assisterai pas à la discussion sur ces sujets, je ne puis pas attacher à mon opinion assez d'importance pour justifier un vote formel de ma part; il me suffira que vous donniez connaissance de cette lettre au Comité en temps utile.

» Les plans de l'Institut métrologique allemand, communiqués par notre collègue, M. Foerster, sont très-instructifs quant aux principes à suivre dans la construction de pareils bâtiments. Les dessins du

bâtiment d'observation faits par M. Bouchot, d'après une esquisse de notre collègue, M. Wild, me semblent satisfaire aux conditions de stabilité et d'uniformité de température exigées pour des observations de précision. Je suis disposé à les approuver, en réservant la possibilité de quelques changements de détail.

» Je n'ai pas remarqué qu'on ait pris des précautions contre l'influence de la chaleur de l'observateur; je suppose qu'on préfère y pourvoir par des écrans mobiles, ou même par des armures pour les observateurs faites en matières peu conductrices.

» Le projet du comparateur pour les mètres à trait, communiqué par M. le général Ibañez, par envoi du 8 février, a mon entière approbation.

» Je n'ai pas encore reçu les plans du comparateur à dilatation dont il est fait mention dans votre circulaire du 9 mars. J'ai toujours une certaine prédilection pour l'usage de collimateurs à mercure que j'ai proposés à la Commission en 1872, et j'y suis confirmé par l'adoption d'une méthode semblable pour vérifier la stabilité des points fixes dans le comparateur proposé par le général Ibañez. Toutefois je suis prêt à consentir au système proposé et déjà expérimenté par vous, puisque, avec votre plan, il est encore plus facile de séparer les différentes conditions de température qui, avec mon système, sont nécessairement limitées par la distance focale des collimateurs.

» Les plans pour la reconstruction du pavillon de Breteuil me semblent très-bien faits et peu dispendieux. Je leur donne mon entière approbation, qui serait sans doute encore confirmée si je pouvais avoir une inspection personnelle des lieux.

» J'espère pouvoir donner au Comité, encore pendant la durée de sa session, la nouvelle de la ratification définitive de la Convention par notre autorité suprême.

» Je suis, cher Monsieur, etc.

» Signé : J.-E. Hilgard. »

M. le Docteur A. Hirsch, Secrétaire du Comité international des Poids et Mesures, à Paris.

M. le Président annonce que le Bureau se réserve de soumettre au Comité des propositions spéciales au sujet de la lettre de M. le duc Decazes, ainsi qu'au sujet des commandes de prototypes.

Le général Morin déclare ne pas avoir reçu la lettre du 11 mars, que le Bureau du Comité international lui a

adressée en sa qualité de Vice-Président de la Section française, et dont M. le Secrétaire vient de donner lecture; du moins il ne se souvient pas de l'avoir reçue. Le Secrétaire répond qu'il a mis lui-même la lettre à la poste, et que, du reste, il s'empressera d'en faire parvenir immédiatement une copie à M. le général Morin.

M. le Président propose de nommer quatre Commissions qui seraient chargées de l'étude spéciale des quatre questions figurant au programme, et qui soumettraient au Comité des propositions motivées.

Le Comité ayant approuvé en principe cette manière de procéder, le Président compose ces quatre Commissions de la manière suivante :

Commission du Règlement :

MM. Morin, Wild, Hirsch.

Commission des Bâtiments :

MM. Foerster, Govi, Hirsch, Wild.

Commission des Comparateurs :

MM. Foerster, Herr, Morin, Wild, de Wrede.

Commission des Balances :

MM. Broch, Govi, Herr, Stas.

M. le Président, considérant que la question des Bâtiments est la plus pressante, et qu'il est désirable de pouvoir commencer prochainement les travaux sur le terrain, propose que la Commission des Bâtiments se constitue immédiatement et commence ses délibérations aujourd'hui même.

Le général Morin croit devoir dès à présent renouveler les observations qu'il a faites au Secrétaire en réponse

à la communication des plans de reconstruction du pavillon de Breteuil, savoir : Qu'il envisage qu'en disposant dans ce bâtiment des logements pour le Directeur et les Adjoints, le Comité dépasse sa compétence, attendu que l'article 1er du Règlement ne prévoit que des logements pour le personnel de garde et de service. En logeant dans le pavillon tous les fonctionnaires, on est obligé de construire un bâtiment spécial pour les salles d'observation, tandis qu'on pourrait parfaitement établir les instruments et appareils dans le pavillon. De cette manière, on est amené à des frais qui dépassent notre budget, ce qu'il faudrait éviter à tout prix.

M. le Président fait observer que le point mis en discussion par M. Morin est un de ceux dont la Commission qui vient d'être nommée doit d'abord s'occuper; il est donc prématuré de le discuter dès à présent.

M. Hirsch répond aux observations de son honorable collègue que si le Règlement prescrit de loger le personnel de garde et de service, il n'interdit pas de loger également les fonctionnaires scientifiques, pourvu que les moyens dont dispose le Comité le permettent. Or, grâce à la libéralité avec laquelle le Gouvernement français a bien voulu mettre le pavillon de Breteuil gratuitement à la disposition du Comité, ce dernier se trouve en mesure de pouvoir loger dans ce bâtiment spacieux le personnel scientifique, ce qui est certainement un avantage réel pour le service du Bureau. D'un autre côté, tous ceux qui connaissent la construction du pavillon et de sa dépendance seront d'accord sur l'impossibilité absolue d'y établir des instruments de précision; par conséquent, comme il faut, en tout cas, construire à nouveau un bâtiment spécial pour les salles d'observation, on ne pourra employer les nombreuses pièces du pavillon qu'aux bureaux, cabinets de travail et aux logements. Comme, du reste, le devis du nouveau projet qui est soumis au Comité reste dans les limites du budget, M. Hirsch croit les craintes de M. Morin mal fondées.

M. Wild, auquel le Secrétaire avait communiqué les observations de M. le général Morin, s'est informé auprès de personnes compétentes si l'article du Règlement en question constituerait une défense pour le Comité de loger les fonctionnaires. On l'a rassuré complétement à cet égard, en ajoutant que le Comité avait non-seulement le droit, mais le devoir de construire les bâtiments du Bureau dans les meilleures conditions pour un travail régulier et efficace, du moment que ses moyens le lui permettent.

M. Forster déclare également avoir reçu la même interprétation.

M. Stas exprime le vœu que, lorsque la Commission spéciale se rendra à Breteuil, il en soit averti pour pouvoir l'accompagner.

La séance est levée à deux heures trois quarts.

PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE.

Jeudi 27 avril 1876.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 1 heure un quart.

Le procès-verbal de la première séance est lu et adopté à l'unanimité. Le Secrétaire ajoute qu'il a envoyé, le 25 avril, à M. le général Morin, une copie de la lettre que le Bureau du Comité avait adressée le 11 mars à la Section française.

M. le Président prie M. le Rapporteur de la Commission des Bâtiments de présenter son Rapport.

M. Govi, au nom de la Commission, lit le Rapport suivant :

COMMISSION DES BATIMENTS

COMPOSÉE DE MM. WILD, GOVI, FOERSTER ET HIRSCH.

La Commission des Bâtiments avait à s'occuper de deux objets distincts :

Le rétablissement du pavillon de Breteuil, destiné à contenir la salle des séances, les bureaux de calcul et de travail, la bibliothèque, les archives et le logement du personnel ; et, de l'autre côté, la construction du bâtiment d'observation.

Après avoir discuté assez longuement sur ces deux objets et après en avoir conféré avec l'architecte, la Commission a adopté d'un commun accord les propositions suivantes :

Pavillon de Breteuil.

Le corps du milieu de ce bâtiment sera conservé, afin d'y ménager des chambres plus élevées. On relèvera aussi les plafonds de l'appartement du Directeur au premier étage de l'aile droite.

Tout le bâtiment sera chauffé par un calorifère situé dans le sous-sol, et l'on ne construira que de petites cheminées dans quelques pièces.

L'orangerie des dépendances sera transformée en atelier de Mécanique, avec une petite forge; la grande cuisine du sous-sol deviendra le laboratoire de Chimie.

Bâtiment d'observation et de dépôt.

La disposition générale du second projet est maintenue, mais avec les modifications qui vont être indiquées :

L'avant-corps, qui doit contenir le logement du gardien, le laboratoire de Physique, etc., se terminera en haut par une terrasse.

L'escalier de communication avec le sous-sol y sera placé, de même que les commodités, dans la pièce qui avoisine à gauche le couloir d'entrée; le cabinet de Physique occupera l'extrémité méridionale de l'avant-corps, où il pourra recevoir plus de lumière et ne pas être traversé par le personnel de garde.

Le toit du long bâtiment, qui comprend les six salles d'observation, sera abaissé d'un mètre et raccordé avec celui des couloirs, qui, par cela même, acquerront une plus grande hauteur.

Le toit sera couvert en zinc ondulé à l'extérieur, et aura en dessous une seconde toiture située à une certaine distance de la première, pour empêcher la transmission de la chaleur. Entre les deux, aussi bien qu'au-dessous de la seconde, pourra circuler l'air pour aider à entretenir la température constante dans les salles.

Celles-ci subiront une réduction dans les deux sens, de manière à ramener le bâtiment à des proportions moindres, sans être incompatibles pour cela avec les exigences des travaux qui devront y être exécutés.

La longueur totale du bâtiment se trouvera ainsi réduite de 4 mètres et la largeur de $0^{m},60$.

Les murs des salles seront construits de manière à présenter un vide de 1 décimètre dans leur intérieur.

Outre le vitrage de la toiture, chaque lanterne aura un second vitrage au plafond, et un troisième à la paroi de zinc ondulé de la salle.

Entre ces deux derniers vitrages circulera l'air chaud ou froid destiné à régler la température de la salle.

Des trappes mobiles permettront de faire, à volonté, la nuit dans les salles.

L'escalier qui doit donner accès au dépôt des prototypes sera réduit en largeur, de manière à n'avoir que 1m,30. Il sera éclairé d'en haut comme les autres pièces.

Les caveaux du dépôt seront rendus aussi étanches que possible, à l'aide de vides pratiqués tout autour qui les isoleront du terrain environnant, et au bas desquels seront ménagés des conduits d'écoulement pour les eaux qui pourraient s'y infiltrer.

Dans le caveau inférieur, dont la base sera à 10 mètres au-dessous du sol, la température sera d'ailleurs beaucoup plus constante qu'elle n'aurait pu l'être dans la galerie qu'on voulait creuser dans la colline, et les prototypes y seront tout aussi bien à l'abri contre tous les dangers.

Il est bien entendu que les caveaux seront voûtés et que les parois en seront enduites de ciment. La trappe de communication qui y avait été ménagée dans la voûte sera supprimée.

Si les conduites d'eau qui passent à travers les terrains de Breteuil ont une portée et une pression suffisantes, il sera possible de substituer un moteur hydraulique à la machine à vapeur proposée, et ce moteur hydraulique, placé dans l'annexe postérieure du bâtiment, fera fonctionner, dans ce cas, soit l'appareil frigorifique, soit la pompe à air, soit le ventilateur destiné à activer ou à entretenir la circulation de l'air chaud ou froid dans le bâtiment.

Des paratonnerres rattachés à la toiture métallique et en bonne communication avec le sol humide seront placés sur le bâtiment d'observation et sur le pavillon de logement.

Après avoir donné à la coupe de la colline une forme convenable, on se propose de la couvrir, autant que possible, d'arbrisseaux et de gazon, afin de diminuer le rayonnement et la réflexion de la chaleur de la part de cette grande muraille naturelle.

Il sera peut-être utile de prendre quelques précautions, afin d'empêcher les promeneurs du parc soit de tomber, soit de jeter des pierres ou autre chose sur les lucarnes ou sur le toit de l'établissement.

Le treillage qui existe déjà sur une partie de l'enceinte sera réparé et prolongé de manière à former une clôture continue, qui se terminera du côté du parc par une grille en bois ou en fer léger garnie de persiennes et par une grille plus simple de l'autre côté.

En résumé, la Commission propose au Comité les résolutions suivantes :

1° Le projet de reconstruction du pavillon de Breteuil et le second projet de construction du bâtiment d'observation, soumis au Comité, sont approuvés avec les modifications ci-dessus énumérées.

2° M. Bouchot est nommé architecte du Bureau international des Poids et Mesures.

3° Le Président, le Secrétaire du Comité international et le Directeur du Bureau international des Poids et Mesures formeront la Commission de construction.

4° L'architecte est chargé d'élaborer incessamment les plans définitifs de construction, en tenant compte des décisions du Comité; il les soumettra à la Commission de construction, qui doit les approuver et qui pourra les modifier dans les détails.

5° L'architecte soumettra également à la Commission, qui les fera vérifier par un architecte de son choix, des devis détaillés qui ne doivent en aucun cas dépasser le total de 350 000 francs.

6° Sur la base de ces plans et de ces devis vérifiés, la Commission est autorisée à faire avec l'architecte un contrat à forfait, par lequel celui-ci s'engagera à construire les bâtiments conformément aux plans et aux devis signés par lui et par la Commission, à commencer les travaux immédiatement après la signature et à les terminer le plus tôt possible, et au plus tard avant la fin du printemps de 1877.

7° La Commission est autorisée à faire à l'architecte des payements convenablement échelonnés, et, dans ce but, elle retirera, jusqu'à concurrence de 350 000 francs, les fonds nécessaires de la Caisse des Dépôts et Consignations, par mandats signés du Directeur et visés par le Président.

8° Le Directeur est chargé plus spécialement de suivre en détail la construction, et de veiller à ce qu'elle soit faite conformément aux plans et dans les meilleures conditions de solidité et de bonne exécution.

M. le Président ouvre la discussion générale.

M. Stas désirerait savoir si le local affecté dans le projet au laboratoire de Chimie a des dimensions et surtout une hauteur suffisantes.

M. Govi répond que c'est une ancienne cuisine très-vaste, d'une hauteur de 5 mètres environ.

M. Morin trouve les dimensions des salles d'observation exagérées, excepté peut-être pour la salle des balances et la salle géodésique. A quoi bon, dit-il, des salles de 9 mètres de long sur 5 mètres de large et autant de hauteur pour y placer un instrument d'une dimension de 1 à 2 mètres? Il suffit que l'observateur puisse tourner autour, le nombre excessif de mètres cubes d'air augmentant singulièrement les difficultés de la ventilation. Une expérience de plus de vingt ans, pendant lesquels il s'est occupé du problème de la ventilation, lui ferait craindre que, par l'emploi d'une machine et d'un ventilateur, on ne parvînt pas à renouveler suffisamment l'air dans le bâtiment d'observation. Il cite de nombreux exemples prouvant que des cheminées d'aspiration sont incomparablement plus efficaces que toutes les machines par lesquelles on veut refouler l'air dans une enceinte.

Quant au problème d'obtenir une température constante, il recommande au Comité le moyen qu'il a proposé, il y a déjà quelques années, dans une Note communiquée à l'Académie et à la Section française, savoir : de prendre l'air dans un puits d'une profondeur suffisante, de 17 mètres par exemple, et dans des galeries où la température ne varie plus que d'une fraction de degré.

M. Foerster répond, au sujet de la première observation de M. Morin, que les dimensions considérables des salles se justifient par deux raisons : d'abord, elles sont nécessaires pour éviter l'influence des observateurs sur la température de la salle et des appareils, et ensuite il convient toujours, dans des constructions de ce genre, de tenir compte des besoins possibles de l'avenir, où l'on pourra être amené à augmenter les dimensions des instruments, ajouter des appareils auxiliaires, etc. Son expérience lui a prouvé que, dans des salles d'observation moindres que celles prévues dans le projet, la présence des observateurs dérange bientôt la constance de la température.

M. Foerster partage l'opinion de M. Morin, qu'il serait

très-difficile de porter et de maintenir les salles à des températures extrêmes en y refoulant simplement de l'air possédant cette température. Mais au moyen des parois métalliques derrière lesquelles on fait circuler de l'air à une température déterminée, on peut obtenir ce résultat d'une manière complétement satisfaisante, ainsi que le démontre l'expérience qu'il en a faite dans son bureau des poids et mesures à Berlin, où il est parvenu à maintenir la température des salles à $\frac{1}{10}$ de degré de variation diurne près, pendant douze jours, du moins dans les limites de 5 à 20 degrés. Pour des températures plus élevées, allant jusqu'à 30 degrés, la constance est moindre, mais cependant largement suffisante si l'on observe les étalons dans un liquide. M. Foerster ajoute que l'uniformité de la température dans les différentes parties et hauteurs de ces salles n'est pas moins remarquable, attendu que les quinze thermomètres distribués le long des murs, du plafond et du plancher, accusaient des différences qui ne dépassaient pas quelques dixièmes de degré. Tous ces résultats ont été obtenus au moyen d'une machine calorifique d'Ericsson de la force de 1 cheval seulement.

Sur le désir exprimé par M. Morin, M. Foerster se déclare prêt à consigner le résultat de ses expériences dans une Note destinée à être annexée au procès-verbal (1).

M. Wild ne peut que confirmer ce que son collègue vient d'exposer sur l'utilité d'un volume suffisant pour des salles d'observation. Il explique que la machine et le ventilateur prévus dans le projet ne sont destinés qu'au service des salles elles-mêmes. Pour les couloirs, on se contentera de la ventilation naturelle. Au sujet des craintes exprimées sur l'influence nuisible des lanternes sur la constance de la température, il peut donner des renseignements parfaitement rassurants, tirés de l'expérience de son observatoire, pourvu que l'on emploie plusieurs vitrages, et il fait remarquer que, dans le projet modifié par la Commission, on

(1) Voir *Annexe* n° IV.

prévoit trois vitrages superposés et, en outre, des écrans mobiles par lesquels on peut exclure complétement la lumière des salles lorsqu'on n'y observe pas.

M. Hirsch fait remarquer que, dans le bâtiment d'observation, où deux à trois personnes se trouveront dans des salles d'un volume de 200 à 300 mètres cubes, on n'a pas à s'occuper de ventilation; le problème est uniquement d'obtenir la constance et l'uniformité de la température, et les chiffres communiqués par M. Foerster garantissent sous ce rapport un résultat plus que satisfaisant. M. Hirsch croit même qu'avec une machine plus puissante que celle dont se sert M. Foerster, on parviendra facilement à étendre la limite supérieure de température jusqu'à 30 degrés.

M. de Wrede est d'avis qu'on n'a pas besoin d'aller dans les expériences de dilatation au delà de 25 degrés; il trouve les expériences de M. Foerster concluantes au plus haut point.

Après avoir clos la discussion générale, le Président met en discussion et ensuite soumet au vote, l'une après l'autre, les huit propositions de la Commission.

La première proposition est adoptée à l'unanimité.

Après des renseignements donnés par M. Hirsch sur la haute compétence technique et la grande expérience de M. Bouchot concernant la construction de bâtiments scientifiques, renseignements confirmés par M. Stas, *la deuxième proposition est adoptée à l'unanimité.*

Au sujet de la troisième, le rapporteur expose que la Commission spéciale a reconnu l'impossibilité d'obtenir, pendant la session du Comité international, les plans et devis définitifs et de passer les contrats nécessaires. Il faut bien charger de ce soin une Commission spéciale si l'on ne veut pas renvoyer le commencement des constructions jusqu'à la prochaine session du Comité. Après ces explications, *la troisième proposition est votée par tous les Membres,* à l'exception de MM. Ibañez, Hirsch et Govi, qui s'abstiennent.

La quatrième proposition est adoptée à l'unanimité.

Au sujet de la cinquième, M. Hirsch explique que les nombreuses études préalables faites jusqu'à présent par l'architecte et par le Bureau donnent l'assurance que la somme indiquée de 350 000 francs ne sera pas dépassée par les devis définitifs. Du reste, la Commission spéciale n'est autorisée qu'à passer un contrat à forfait dans ces limites. Il ajoute que les 50 000 francs qui restent disponibles suffiront aux frais des instruments et appareils, et qu'en outre le Comité fera nécessairement sur l'exercice de 1876, où le Bureau ne fonctionnera pas encore, une économie de 50 000 francs environ, qui suffira largement aux frais de l'ameublement et à couvrir l'imprévu, de sorte que M. Hirsch estime qu'avec les mesures proposées le Comité est assuré de pouvoir subvenir à tous les besoins par les moyens dont il dispose.

M. Morin a des doutes sur la légitimité d'un tel procédé, qui affecterait des économies faites sur le personnel à des dépenses matérielles.

M. Forster répond en citant l'article 6 du Règlement de la Convention, dans lequel on a prévu des modifications du budget annuel jusqu'à concurrence de 100 000 francs, et dans lequel il est dit en toutes lettres : « Le Comité pourra autoriser le Directeur, sur sa demande, à opérer des virements d'un chapitre à l'autre du budget qui lui est alloué ».

M. Stas voudrait connaître l'état de la caisse, avant d'engager le Comité jusqu'à la somme de 350 000 francs.

M. le Président répond que, dans une des prochaines séances, le Bureau fera au Comité une communication spéciale sur l'état de la caisse et sur la rentrée des contributions.

Après ces explications, *la cinquième proposition est adoptée à l'unanimité.*

Au sujet de la sixième, M. Morin aimerait qu'au lieu de dire que les travaux doivent être terminés au printemps, on fixât une date précise.

M. Hirsch répond que, lorsque la Commission a exprimé ce même désir, l'architecte a expliqué qu'il lui serait impossible de s'engager à terminer, par exemple, pour le 1er avril, puisque le progrès des travaux dépend en partie du caractère des saisons et de la plus ou moins longue durée de l'hiver. Il promet cependant de faire son possible pour être prêt à cette époque.

M. Broch recommande, pour dessécher les murs avant de s'installer dans les bâtiments, l'usage de l'acide carbonique, qu'on pourrait facilement faire pénétrer dans les vides entre les murs et les parois métalliques.

La sixième proposition, ainsi que la septième et la huitième, sont adoptées à l'unanimité.

M. le Président expose que la Commission spéciale à laquelle le Comité vient de confier l'exécution de tout ce qui concerne la construction des bâtiments assume une lourde responsabilité. Pour pouvoir s'acquitter de sa tâche, et en particulier pour passer les contrats avec l'architecte, les conseils d'un homme de loi lui seront indispensables; ces conseils, du reste, seront également indispensables au Comité dans bien d'autres occasions. Déjà, à plusieurs reprises, par exemple pour la convention avec la Direction des Domaines, pour la prise de possession du terrain accordé, etc., le Bureau a été obligé de recourir à un jurisconsulte. Dans ces occasions, le Bureau a pu apprécier les qualités de l'avocat M. Bridan, auquel il s'était adressé. Pour ces motifs le Président propose au Comité de *nommer M. René Bridan, avocat à Paris, Conseil du Comité international des Poids et Mesures.*

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

La séance est levée à 3 heures un quart.

PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE.

Samedi 29 avril 1876.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 1 heure un quart.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le Président prie la Commission du Règlement de présenter son Rapport.

M. Hirsch lit le Rapport suivant :

La Commission s'est réunie le 28 avril à 10 heures du matin, et s'est constituée en choisissant M. le général Morin pour président, et M. Hirsch pour rapporteur.

Ce dernier lui a soumis un avant-projet, qui a été discuté article par article et modifié en plusieurs points par suite de cette discussion, dont il serait inutile de relater les détails.

Le rapporteur, en se réservant de donner au fur et à mesure les divers renseignements et explications qui pourraient être demandés, se borne à expliquer tout d'abord que les dispositions de l'article 3 ont été prises pour se conformer à la règle générale d'une bonne administration qui exige, pour toutes les affaires d'argent, le concours de deux signatures ; pour la rédaction de cet article, on s'est du reste informé aux meilleures sources sur les usages et convenances en cette matière.

Voici le projet de Règlement que la Commission propose au Comité :

Règlement du Bureau international des Poids et Mesures.

Conformément à l'article 13 du Règlement annexé à la Convention du mètre, le Comité international des Poids et Mesures arrête, pour l'organisation et les travaux du Bureau international, le Règlement suivant :

Art. 1. Le Directeur du Bureau est nommé par le Comité international pour tout le temps compris entre sa nomination et le renouvellement du Comité par moitié. Le Directeur sortant de charge est rééligible.

Le Directeur entre en fonction immédiatement après sa nomination. Il ne peut donner sa démission que pour la fin d'un exercice annuel, et doit en avertir le Comité six mois d'avance.

En cas de décès du Directeur, l'Adjoint le plus ancien en remplit provisoirement les fonctions, jusqu'à ce que le Comité ait nommé le nouveau Directeur.

En cas d'absence autorisée, le Directeur est remplacé également par l'Adjoint le plus ancien.

Art. 2. Le Directeur est chargé de l'exécution des travaux scientifiques du Bureau, sous le contrôle et d'après les instructions du Comité.

Il a la responsabilité scientifique de l'exactitude des déterminations métrologiques exécutées dans le Bureau.

Il organise le service du Bureau, fixe et surveille les travaux d'observation et de calcul des adjoints et des aides, et dirige, en général, tous les employés de l'établissement.

Il prend part lui-même aux travaux d'observation et de calcul.

Il soumet à l'approbation du Comité les règlements intérieurs et les instructions spéciales pour les employés.

Art. 3. Le Directeur est chargé de l'administration de l'établissement.

Il nomme les employés du Bureau, à savoir : les aides, le mécanicien et les garçons de bureau.

Il veille à l'entretien des bâtiments, machines, appareils et instruments, ainsi qu'au bon ordre des archives.

Il fait retirer, au fur et à mesure des besoins, les fonds nécessaires

de la Caisse des Dépôts et Consignations, au moyen de mandats signés par lui et visés par le Président du Comité.

Les traitements et indemnités fixés par la Convention ou par le Comité international sont payés par le comptable sur états fournis par le Directeur.

Les autres dépenses du Bureau et du Comité international sont soldées par le comptable sur des bons du Directeur ordonnancés par le Président.

En cas d'absence ou d'empêchement du Président, les mandats du Directeur seront visés par le Secrétaire du Comité.

Pour les menues dépenses courantes du service, le Directeur reçoit une avance de 1000 francs dont il dispose; lorsque cette avance aura été épuisée, elle sera renouvelée par le Président, auquel le Directeur aura rendu compte de l'emploi des sommes avancées.

Art. 4. Le Directeur adresse, chaque année, au Comité un Rapport général scientifique et administratif (Art. 19 du Règlement annexé à la Convention), et, à toute époque, les rapports spéciaux qui lui seraient demandés, soit par le Comité, soit par son Bureau.

Il soumet chaque année à l'approbation du Comité le programme des travaux et le budget de l'année suivante.

En outre, le Directeur informera immédiatement le Président de tous les faits importants qui se passent dans l'établissement.

Art. 5. Toutes les communications du Directeur au Comité seront adressées à son bureau et envoyées au Secrétaire, qui les transmettra à qui de droit et formera les dossiers.

Art. 6. Les deux Adjoints sont nommés par le Comité. Ils le sont d'abord pour un an, et, s'ils remplissent leurs fonctions à la satisfaction du Comité, ils sont confirmés pour le même intervalle de temps que le Directeur.

Ils ne peuvent être révoqués qu'en cas de faute grave ou pour incapacité, sur plainte motivée, adressée par écrit au Comité, soit par le Directeur, soit par tout autre membre du Comité. Le Comité statuera après avoir fait une instruction et entendu le fonctionnaire en cause.

Les Adjoints ne peuvent donner leur démission qu'en avertissant le Comité six mois d'avance.

Art. 7. Les Adjoints exécutent les travaux scientifiques d'observation et de calcul du Bureau d'après les règlements prescrits par le Comité, et suivant les instructions du Directeur; ils remettent leurs travaux signés au Directeur. Ils peuvent, en outre, avec l'assentiment du Directeur, entreprendre des recherches et des travaux métrologiques

particuliers qui, si le Président du Comité en donne l'autorisation, seront publiés sous leur nom et responsabilité personnelle, par le Bureau.

L'un des Adjoints est chargé de la Bibliothèque, et l'autre de la comptabilité.

Art. 8. Les aides sont nommés, suivant les besoins du service, par le Directeur, et pour un an. Ils peuvent être révoqués ou donner leur démission moyennant avertissement d'un mois à l'avance.

Leur nombre est déterminé par le Comité; il ne peut pas dépasser quatre. Ils devront avoir fait des études scientifiques et pourront appartenir à toute nationalité.

Art. 9. Les aides assistent le Directeur et les Adjoints dans leurs travaux d'observation et de calcul. Un d'entre eux peut aussi être employé par le Directeur pour la comptabilité et la correspondance du Bureau.

Ils exécutent les travaux d'après les instructions du Directeur ou de l'Adjoint auquel ils seront spécialement attachés. Ils sont tenus, en moyenne, à sept heures de travail quotidien pour le Bureau; en outre, ils devront satisfaire à toutes les exigences accidentelles du service. S'ils veulent faire, en dehors de ce temps et avec le consentement du Directeur, des travaux scientifiques ayant rapport à la métrologie, le Directeur et les Adjoints les guideront par leurs conseils, et l'on mettra les appareils de l'établissement à leur disposition, autant du moins que le service régulier n'en souffrira pas.

Art. 10. Le mécanicien est nommé par le Directeur, d'abord pour un an, et ensuite, s'il y a lieu, pour trois ans. A l'expiration de cette période, il pourra être confirmé pour une nouvelle période de trois ans.

Il ne peut être révoqué que par décision du Président, sur la demande motivée du Directeur.

Il ne peut donner sa démission qu'en prévenant le Directeur trois mois d'avance.

Art. 11. Le mécanicien est chargé, sous les ordres et instructions du Directeur, de l'entretien et des réparations des machines, appareils et instruments de l'établissement, ainsi que de tous les travaux mécaniques que le Directeur lui commandera pour le Bureau. Il lui est interdit de s'occuper de tous autres travaux.

Art. 12. Les garçons de bureau sont nommés par le Directeur. Ils sont au nombre de deux, et sont choisis, autant que possible, parmi

des ouvriers travaillant le fer ou le bois. Ils peuvent recevoir ou donner leur congé moyennant avertissement d'un mois à l'avance.

Ils font le service dans les salles d'observation, dans les bureaux de calcul et les cabinets de travail.

L'un des garçons est, en même temps, le gardien du bâtiment d'observation et l'aide du mécanicien pour le service de la machine à vapeur; l'autre est en même temps le commissionnaire de l'établissement.

Art. 13. Le Directeur, les deux Adjoints, le mécanicien et les deux garçons de bureau sont logés dans les bâtiments du Bureau. L'ameublement de leurs logements est à leur charge. Ils ont droit au chauffage et à l'éclairage: le Directeur déterminera les allocations en nature.

L'établissement pourvoit à l'ameublement des salles d'observation, des bureaux, cabinets de travail et de l'atelier du mécanicien.

Art. 14. Tous les traitements sont payés mensuellement.

Art. 15. Le Directeur a droit à deux mois de vacances par an, qui seront accordés par le Président du Comité. Ces vacances ne peuvent coïncider avec les réunions du Comité.

Les adjoints ont droit à six semaines de vacances par an. Ces vacances ne peuvent coïncider pour les deux Adjoints; elles ne peuvent pas coïncider non plus avec celles du Directeur; elles sont également accordées par le Président du Comité.

Les aides ont droit à un mois de vacances par an; elles sont accordées par le Directeur.

Art. 16. Les travaux qui incombent au Bureau (*Voir* art. 6 de la Convention du mètre) seront exécutés d'après des programmes et règlements spéciaux qui seront établis par le Comité.

La discussion du projet se fait article par article, et, après avoir subi quelques modifications de détail (1), *le règlement est adopté dans son ensemble à l'unanimité.*

M. le Président expose qu'après avoir ainsi défini par le Règlement les fonctions du Directeur, et chargé celui-ci, par la résolution prise dans la dernière séance, de la sur-

---

(1) Il a déjà été tenu compte de ces modifications dans le texte ci-dessus.

Le Secrétaire,

A. H.

veillance des constructions, ce qui exige sa résidence à Paris, il convient de songer à la nomination définitive du Directeur.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Morin, de Wrede, Broch, Foerster et Hirsch, le Comité est unanime à envisager que les trois mois d'avertissement préalable prescrits par l'article 10 du Règlement de la Convention, pour les nominations à faire, doivent compter à partir de la séance dans laquelle le Comité s'est constitué, et que, par conséquent, le Comité a le droit, et, dans l'intérêt du service même, le devoir de procéder dès à présent à la nomination du Directeur.

Cette nomination a lieu au scrutin secret; neuf bulletins sont délivrés, et le dépouillement a pour résultat que *M. Govi est nommé Directeur du Bureau international des Poids et Mesures*, à l'unanimité des Membres présents.

M. Govi remercie le Comité de la confiance qu'il vient de lui témoigner, et espère ne pas faire regretter le choix dont il a été honoré. Il accepte sa nomination, en réservant toutefois le consentement de son Gouvernement, dont il a tout lieu de ne pas douter.

M. Wild demande la parole pour une proposition, et s'exprime de la manière suivante :

« Il est presque superflu de vous rappeler que les gouvernements des États contractants nous ont confié une œuvre aussi importante pour la Science que pour les administrations des poids et mesures de ces divers États. Nous assumons donc une grande responsabilité, et vous serez tous d'accord avec moi que notre travail sera, dans tous les cas, long et laborieux. Il convient cependant qu'il soit mené à bonne fin aussitôt que possible, ce que nous ne pourrions obtenir qu'en y consacrant tous nos efforts et toute notre énergie.

» Déjà nous avons décidé une des questions qui importent le plus à l'accomplissement de notre œuvre, la question des bâtiments où sera installé le Bureau, et nous venons de tomber d'accord sur une autre, la réglementation du service intérieur de ce Bureau.

» La question des instruments et appareils nécessaires et de leur

construction est en bonne voie d'être résolue bientôt. Reste le choix du personnel à adjoindre au Directeur, ce qui d'ailleurs presse beaucoup moins, et enfin la grande question des mesures elles-mêmes.

» Si, comme il est à espérer, toutes les autres conditions de travail sont remplies d'ici au printemps prochain, nos travaux d'observation ne pourront, en effet, pas être commencés sans que nous soyons alors en possession de mètres et de kilogrammes satisfaisant aux prescriptions établies par la Commission internationale du mètre en 1872. Or, d'après l'article 4 des dispositions transitoires arrêtées par la Convention, la Section française est chargée de la construction des nouveaux prototypes, que, d'après l'article 3, le Comité international des Poids et Mesures est chargé de recevoir et de comparer entre eux.

» Le Comité aura donc à constater en temps utile si ces prototypes, soit par la matière qui les compose, soit par leur forme, etc., sont conformes aux prescriptions établies par la Commission internationale du Mètre en 1872.

» Je crois, Messieurs, que le Comité gagnera beaucoup de temps si, se conformant aux dispositions de l'article 4 mentionné, il commence dès aujourd'hui à prêter son concours à la construction des nouveaux prototypes, en priant la Section française de bien vouloir nous communiquer un rapport succinct sur l'état de ses travaux, et nous remettre dès à présent deux règles en platine iridié avec des échantillons de ce métal. Nous pourrons ainsi décider, dans notre session actuelle, des recherches à faire sur les qualités physiques et chimiques dudit métal, et les distribuer parmi nous.

» Je me permets donc de soumettre au Comité une proposition formulée comme il suit :

» Le Comité international des Poids et Mesures, rappelant que d'après l'article 4 des dispositions transitoires de la Convention du mètre, la Section française de la Commission internationale du mètre de 1872 reste chargée des travaux qui lui ont été confiés pour la construction des nouveaux prototypes, *avec le concours du Comité international,* et désirant rendre ce concours efficace, charge son Bureau de prier la Section française de vouloir bien communiquer par écrit au Comité international, le plus tôt possible, un rapport succinct sur l'état de ses travaux, et lui remettre deux des règles en platine iridié destinées aux nouveaux prototypes, dans leur état actuel, et accompagnées de deux échantillons du métal, afin que le Comité puisse, encore dans sa session présente, prendre les mesures nécessaires pour les travaux qui lui incombent.

M. Morin ne veut pas discuter la proposition, qui vient tout à fait à l'improviste, avant d'en avoir référé à ses collègues de la Section française, dont il ne peut pas préjuger l'opinion. La proposition est très-grave; car, si elle était adoptée, elle arrêterait les travaux de la Section française.

S'il ne s'agissait que de fournir des explications verbales sur ces travaux, il serait prêt à les donner; mais les demandes contenues dans la proposition lui semblent dépasser la compétence du Comité. Pour ces motifs, il prie de renvoyer la discussion à quelques jours.

M. Hirsch conteste d'abord que la proposition vienne à l'improviste, attendu que le Bureau du Comité a adressé déjà à la Section française plusieurs communications, en date du 2 juin 1875, du 11 mars 1876 et enfin du 25 avril dernier, ayant trait au concours qu'il est appelé à lui donner, communications qui sont restées toutes sans réponse. Il est donc naturel que, dès lors, le Comité lui-même fasse une démarche directe dans ce sens auprès de la Section française.

M. Hirsch s'oppose à l'ajournement demandé, dont il ne voit pas l'utilité et qui serait préjudiciable à la marche des affaires; il serait inutile, puisqu'on ne demande pas à M. le général Morin des explications qu'il ne saurait donner immédiatement sans avoir consulté ses collègues, mais qu'il s'agit d'une démarche auprès de la Section française elle-même, qui aura le temps d'en délibérer et de répondre. D'un autre côté, le renvoi même à quelques jours serait nuisible, parce qu'il importe que le Comité international reçoive la réponse avant la fin de la session actuelle, qui ne s'étendra pas au delà de dix à douze jours.

M. Broch, tout en approuvant la proposition quant au fond, désirerait avoir le temps de réfléchir sur les termes de la rédaction, à laquelle il conviendrait peut-être d'apporter quelques modifications. Pour ce motif, il appuie le renvoi au lundi suivant.

M. Herr croit que, pour s'entendre sur quelques détails

de rédaction, il suffirait de suspendre la séance pendant quelques instants, ce qu'il propose.

M. le Président met aux voix l'ajournement proposé, qui est rejeté; par contre, la proposition de M. Herr, d'interrompre la séance, est adoptée.

La séance est interrompue à 4 heures, et reprise à 4 heures et demie.

M. Wild donne de nouveau lecture de sa proposition, qu'il a modifiée dans quelques détails de rédaction pour faire droit à des observations de plusieurs collègues (1).

M. Morin prie le Comité de ne pas faire la démarche qu'on lui propose, car elle rendrait la situation de la Section française plus difficile qu'elle ne l'est déjà. Celle-ci tient son mandat de la Commission du mètre de 1872, laquelle avait prévu également pour la fabrication des étalons le concours du Comité permanent d'alors; mais ce dernier a abandonné son droit au concours par un vote proposé à l'époque par M. le général Ibañez lui-même et combattu par l'orateur.

D'après la nouvelle Convention, les rôles sont bien définis. La Section française doit fabriquer les étalons, et le Comité international doit les recevoir et les comparer. En voulant se mêler de la fabrication, le Comité dépasserait donc sa compétence et entraverait les travaux de la Section française, chose grave dont on ne peut pas prévoir les conséquences.

Plusieurs demandes sont formulées. Pour ce qui est du rapport, la Section française n'aurait pas le temps de l'élaborer en détail. M. Morin se déclare prêt à donner verbale-

---

(1) Le texte de la proposition de M. Wild, donné ci-dessus, est conforme à la rédaction définitive qu'il lui a donnée.

Le Secrétaire,

A. H.

ment des renseignements sur l'état des travaux; il fait connaître, par exemple, que 25 ou 28 mètres sont fabriqués et prêts à être tracés, qu'on a fait beaucoup d'expériences de dilatation dont les résultats sont très-satisfaisants, qu'on a déterminé la densité, le coefficient d'élasticité, etc. Tous ces travaux seront publiés en détail lorsqu'ils seront terminés, et alors le Comité pourra en prendre connaissance.

Quant aux deux règles demandées, M. Morin doute fort que la Section française consente à s'en dessaisir. D'abord, elle n'en aurait pas le droit sans la permission du Gouvernement français; ensuite, ces règles ont coûté beaucoup de peine à construire et risqueraient d'être détruites par les expériences auxquelles on voudrait les soumettre.

En ce qui concerne les échantillons de la matière, M. Morin, pour sa personne, ne voit pas de difficulté à en fournir au Comité, puisque la Section française en a donné à plusieurs chimistes français et étrangers pour en faire l'analyse.

M. le Président croit ne pas devoir laisser sans le relever un point du discours de M. Morin, par lequel celui-ci semble se mettre en dehors de la base sur laquelle reposent le Comité international, le Bureau et la Section française elle-même; car, si cette dernière a reçu dans l'origine son mandat de la Commission internationale du mètre (dont les décisions n'ont jamais été formellement reconnues par la plupart des Gouvernements), cette Commission et tous ses organes ont disparu pour faire place à l'organisation créée par la Convention du Mètre du 20 mai 1875. C'est uniquement en vertu de cette Convention que la Section française reste chargée des travaux qui lui ont été confiés pour la construction des nouveaux prototypes, mais avec le concours du Comité international. Une résolution de l'ancien Comité permanent, qui serait en contradiction avec cette disposition conventionnelle, ne peut avoir qu'un intérêt historique, puisque cette Commission permanente n'existe plus, et que toute la matière est réglée depuis l'année dernière uniquement par la Convention du mètre, dont il n'est

pas permis de mettre en doute l'autorité dans le sein du Comité international lui-même.

M. Foerster ne peut pas admettre l'interprétation que M. Morin voudrait donner du concours du Comité; car, si ce concours intervenait seulement après que toute la fabrication des règles serait terminée, il serait plus que passif, il serait illusoire, et il doit être au contraire actif et efficace. On ne saurait donc traiter le Comité sur le même pied que le public en général, en le renvoyant simplement au rapport imprimé que la Section française se propose de publier à la fin de ses travaux.

M. Foerster croit pouvoir tranquilliser M. Morin sur la destruction qu'il craint pour les règles demandées par le Comité. Elles serviront simplement aux expériences nécessaires, et pourront être remises à la Section française en temps utile pour être tracées.

M. Hirsch tient à expliquer que la résolution proposée n'implique, à ses yeux et aux yeux de ses collègues, nullement une démarche hostile à la Section française, dont le Comité ne voudrait, dans aucun cas, entraver les travaux. Tout au contraire, il veut y coopérer, et ainsi maintenir à la fois un droit et remplir un devoir imposé par la Convention.

La discussion étant close, on procède au vote : *La proposition de M. Wild est adoptée à l'unanimité moins une voix.*

M. le Président donne communication de quelques renseignements officiels que le Bureau s'est procuré au Ministère des Affaires étrangères. D'après ces documents, tous les États contractants ont échangé les ratifications, à l'exception des États-Unis d'Amérique, qui ont demandé dernièrement une nouvelle prorogation du terme d'abord fixé, du Portugal et du Venezuela, qui avaient demandé un délai indéterminé.

Dans une autre communication, M. le Ministre des Affaires étrangères a bien voulu faire connaître que les contributions prévues par la Convention ont été versées avant la date du 1er avril par les pays suivants : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, l'Espagne, la France, la Suède et la Norvège et la Suisse. Ces contributions, dont le total s'élève à [illegible] francs, ont été transmises par le département des Affaires étrangères à la Caisse des Dépôts et Consignations.

Le Bureau propose que le Comité le charge d'adresser aux Gouvernements retardataires une lettre-circulaire pour les inviter de bien vouloir donner suite à la disposition de l'article 21 de la Convention, d'après lequel les contributions sont versées au commencement de chaque année.

Cette proposition est adoptée.

On fixe pour demain, à 9 heures et demie, la séance de la Commission des Comparateurs, et pour 2 heures du même jour, la séance de la Commission des Balances. Ce n'est que lorsque ces Commissions seront prêtes à présenter leurs rapports, qu'une séance plénière sera convoquée.

La séance est levée à 5 heures un quart.

PROCÈS-VERBAL

DE LA QUATRIÈME SÉANCE.

Vendredi 5 mai 1876.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 2 heures un quart.

Le Secrétaire lit le procès-verbal de la dernière séance. M. Morin demande qu'à l'endroit où il est question des lettres adressées à la Section française, on spécifie les dates. Le Secrétaire répond qu'il fera droit à cette observation. Le procès-verbal est adopté.

M. Morin demande l'insertion au procès-verbal d'une note conçue dans les termes suivants :

Observations du général Morin *sur le procès-verbal de la séance du 29 avril.*

Paris, le 5 mai 1876.

« M. Hirsch ayant maintenu dans ce procès-verbal l'assertion émise par lui que le Président de la Section française avait négligé de répondre aux lettres qui lui avaient été adressées par le Bureau du

Comité, aux dates du 2 juin 1875 et du 11 mars 1876, le général Morin demande l'insertion de la réponse qu'il doit faire à cette allégation.

1° La lettre du 2 juin 1875 lui notifiait une décision prise le 24 avril de la même année et à laquelle il avait personnellement participé, annonçant que le Comité international ne serait pas en mesure de commencer les comparaisons qui lui incombent, avant le printemps de 1877. Elle ne comportait pas un accusé de réception d'une résolution prise en sa présence. Son devoir se bornait à en donner connaissance à la Section française, pour qu'elle réglât en conséquence la marche de ses travaux. C'est ce qu'il a fait, le 18 juin 1875, dans la première séance tenue par la Section française après la séparation du Comité, comme le montre l'épreuve du procès-verbal de cette séance, mise sous les yeux du Comité. Il a donc en cela accompli son double devoir de Vice-Président de la Section française et de membre du Comité international des Poids et Mesures.

2° La lettre du 11 mars 1876 n'est pas parvenue à son adresse, et dès lors il n'a pu lui être fait de réponse. La copie de cette lettre, transmise le 25 avril au général Morin, a été communiquée à la Section française convoquée à cet effet le 2 mai. Une réponse délibérée par cette Section sera mise sous les yeux du Comité.

Le général Morin insiste pour que ces observations soient textuellement insérées à la suite du procès-verbal de la séance du 29 avril, parce qu'il est informé que l'allégation qu'il relève a été formulée ailleurs qu'au sein du Comité.

Il a donné assez de preuves de son exactitude à répondre à toutes les communications qui lui ont été faites, ainsi que du bon vouloir qu'il apporte aux travaux préparatoires du Comité, et le Comité lui a même rendu assez justice à ce sujet, pour qu'il tienne à ne pas laisser s'accréditer le moindre doute sur la loyauté de son concours.

M. le Président décide l'insertion de cette note au procès-verbal de la présente séance.

Le Secrétaire donne connaissance de la correspondance; le bureau, d'après l'invitation qui lui avait été faite par le Comité, dans la dernière séance, a adressé aux légations des États retardataires des lettres au sujet des contributions. Il vient de recevoir, de la part de M. le chargé d'affaires d'Italie, un accusé de réception.

Le Secrétaire donne un résumé d'une lettre de M. Léon,

ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Marseille, par laquelle ce dernier attire l'attention du Comité sur l'utilité de l'adoption d'une même unité monétaire. La brochure accompagnant cette lettre, ayant pour titre : *Le système métrique considéré dans son application aux monnaies*, est distribuée aux membres.

M. Govi demande la parole pour déclarer qu'il a obtenu de son Gouvernement l'autorisation d'accepter sa nomination de Directeur du Bureau international, et qu'il se met dès à présent à la disposition du Comité.

Le Secrétaire annonce que, M. Govi ayant ainsi définitivement accepté, le bureau ne tardera pas à porter sa nomination à la connaissance des Gouvernements contractants, conformément à l'article 7 de la Convention.

Sur la demande du Président, M. Wild, au nom de la Commission des Comparateurs, lit le Rapport suivant :

Rapport de la Commission des Comparateurs.

« La Commission s'est constituée dans sa première séance, tenue le 26 avril, en nommant M. Morin Président et M. Wild rapporteur. Elle a eu en tout six séances, tenues les 26, 27, 28 avril et les 1, 2 et 3 mai.

» Dans le cours de ses délibérations, elle est parvenue à établir quelques principes généraux qu'elle propose d'adopter dans la construction de tous les comparateurs. Elle croit donc utile de placer ces principes généraux en tête de son Rapport.

» 1° MM. les frères Brunner, mécaniciens-constructeurs à Paris, ont proposé un moyen très-simple pour s'assurer de l'invariabilité de la position verticale des microscopes, invariabilité qui fournira en même temps une certaine probabilité de la non-existence d'autres mouvements des microscopes. Ce moyen consiste à placer au-dessous de ceux-ci des bains de mercure, et à fixer dans le tube du microscope, un peu au-delà du foyer principal de l'objectif, un second fil horizontal, (éclairé convenablement de l'extérieur), de telle sorte que son image, après avoir été réfléchie par le bain de mercure, vienne se projeter sur le réticule du micromètre. La moindre variation dans la position

verticale du microscope fait alors dévier l'image du fil auxiliaire par rapport au fil du micromètre, et de cette manière est accusée à l'observateur. La plupart des membres de la Commission se sont rendus chez MM. Brunner et se sont convaincus de l'efficacité de ce procédé par des observations faites au moyen d'un appareil provisoire.

» Nous proposons donc, en modification des règles admises dans la séance du Comité du 22 avril 1875 (pages 19 et 20 des procès-verbaux) *que les microscopes soient fixés aussi solidement que possible aux piliers en pierre, et qu'on s'assure, par le moyen de bains de mercure et d'un fil auxiliaire, placé dans le microscope d'après la méthode de MM. Brunner, de l'invariabilité de la position verticale de l'axe optique des microscopes pendant la durée des opérations.*

» 2° L'immersion des objectifs des microscopes dans le liquide, qu'on avait projetée pour la comparaison des règles plongées dans ce liquide, présente plusieurs inconvénients, surtout pour le mouvement transversal du chariot.

» D'après les observations comparatives de M. Hirsch, l'immersion peut être remplacée, sans altération de l'exactitude, par la vision à travers la surface de la glycérine ; ou bien, d'après la proposition de M. de Wrede, on peut l'éviter au moyen d'un tube auxiliaire, fermé à son bout inférieur par une lame en verre plane-parallèle, en contact avec le liquide pendant l'observation. Ce tube pouvant glisser sur le corps du microscope, on le relèverait après l'observation.

» En conséquence, la Commission propose *de renoncer, dans la construction des comparateurs, à l'immersion éventuelle des objectifs des microscopes dans le liquide, et de choisir en outre le foyer de ceux-ci d'une longueur telle que les auges et le chariot puissent passer librement au-dessous des microscopes.*

» 3° Pour l'éclairage des règles, on projettera la lumière verticalement sur les traits de la division.

» 4° Outre les auges destinées à recevoir le liquide et à protéger les règles contre le rayonnement des observateurs, il paraît utile de mettre les piliers, et autant que possible aussi le corps des microscopes, à l'abri de ce rayonnement, en les entourant d'écrans métalliques, doubles s'il le faut, et distants au moins de 3 centimètres de la pierre.

» 5° D'après les prescriptions de la Commission internationale du Mètre de 1872, les règles à comparer doivent reposer dans les comparateurs sur deux rouleaux. Pour empêcher le glissement pendant les opérations, il convient de fixer les règles au-dessus ou près de

un des rouleaux par une pincette, à laquelle on peut donner la forme proposée par M. de Wrede, si l'on désire s'en servir en même temps pour l'ajustage longitudinal des règles.

» En se référant à ces principes généraux, la Commission n'a que peu de remarques à ajouter sur les différents instruments et les plans présentés pour leur construction.

» 1° *Comparateur pour les mètres à trait.* — Plans de MM. Brunner, présentés par M. Ibañez.

» Il convient que les plaques de pierre, auxquelles sont fixés les microscopes, dépassent les piliers des deux côtés d'une quantité à peu près égale, afin que leurs centres de gravité se trouvent au-dessus du milieu des piliers-supports.

» Le grand chariot pour le mouvement transversal des règles doit être placé sur des roues qui en faciliteront le mouvement.

M. Ibañez accepte ces changements d'autant plus volontiers qu'il a envisagé lui-même le plan de MM. Brunner, non pas comme un dessin définitif, mais comme une esquisse générale de l'instrument. Il propose, en outre, de faire dresser par MM. Brunner le dessin définitif de construction de l'instrument, ainsi que le devis approximatif, et de prier M. Govi, Directeur du Bureau international, de surveiller la construction du comparateur par ces messieurs.

» La Commission adhère à cette proposition.

» 2° *Appareil pour déterminer la dilatation absolue des mètres.* — Projet de M. le baron de Wrede.

» La Commission émet le désir que les deux auges soient placées à une plus grande distance l'une de l'autre, de façon à empêcher toute communication de chaleur entre ces deux corps, qui se trouveront souvent à des températures très-différentes.

» Comme la température de l'une des règles plongée dans son auge devra rester toujours près de zéro, tandis que la salle d'observation et la seconde règle seront portées à des températures de plus en plus élevées, jusqu'à 25 ou 30 degrés, il sera nécessaire de garantir surtout la première auge, par des enveloppes peu conductrices, contre l'influence de la chaleur du milieu ambiant.

» Le mouvement transversal du chariot produit par des contrepoids occasionne facilement des chocs, comme plusieurs membres du Comité en ont fait l'expérience. Il paraît donc désirable de le remplacer par une transmission mécanique, qui se ferait au moyen d'une bielle, conformément aux indications du plan d'un instrument semblable, élaboré par M. Turrettini, de Genève, et présenté par M. Hirsch.

» La Commission propose que M. le baron de Wrede soit prié par le Comité de se charger de la construction de cet appareil pour la détermination de la dilatation.

» M. de Wrede se déclare prêt à accepter cette mission.

» 3° *Comparateur à réflexion pour les mètres à bout, d'après le système de Steinheil.* — Dessin de M. Stollenreuter, à Munich, présenté par M. Foerster.

» M. Foerster, après avoir expliqué les détails et le fonctionnement de cet instrument, se déclare, d'après le désir de la Commission, prêt à en surveiller l'exécution, confiée à M. Stollenreuter, à Munich.

» 4° *Comparateur universel pour des étalons dont la longueur peut aller jusqu'à 2 mètres.* — Projet de M. Starke, mécanicien à Vienne, élaboré d'après les indications de M. Herr.

» M. Herr ayant expliqué les détails assez compliqués de cet instrument, la Commission propose, à la majorité des voix, qu'en modification des règles établies dans la séance du 22 avril 1875 (page 20 des procès-verbaux) le châssis en fer le long duquel se déplacent les microscopes de cet appareil soit remplacé, d'après la proposition de M. Herr, par un support prismatique en pierre. On émet seulement le vœu de donner à cette longue pièce de pierre, pour en amoindrir la flexion, une hauteur plus grande que celle prévue dans le dessin.

» Quant à la règle normale de 2 mètres de long dont cet instrument sera muni, et qui doit être divisée sur toute sa longueur en centimètres, et à une extrémité en millimètres, sur une longueur de 1 décimètre, la Commission propose de la faire exécuter en bronze, avec des mouches ou plaques en or, où seront tracés les traits, et de lui donner une section telle que la division se trouve sur le plan des fibres neutres.

» Elle propose également au Comité de confier à M. Herr la direction de la construction de cet appareil par M. Starke, à Vienne.

» M. Herr se déclare prêt à accepter cette mission.

» 5° *Comparateur à mouvement vertical du chariot destiné à comparer des règles plates placées de champ.* Dessin d'un tel instrument exécuté à Saint-Pétersbourg d'après les indications de M. Wild.

» La Commission, après avoir reçu de M. Wild quelques renseignements sur des observations faites avec cet instrument et sur les modifications qu'il faudrait apporter à sa construction pour atteindre le plus haut degré d'exactitude, propose de faire construire plus tard un comparateur de ce genre, en vue d'études spéciales, mais d'attendre à une prochaine réunion du Comité pour en décider définitivement l'exécution.

» 6° *Comparateur pour les règles géodésiques.* M. Ibañez n'a pas présenté un projet spécial pour ce comparateur, parce que sa construction sera en principe la même que celle du comparateur des mètres à traits.

» Comme, en tous cas, on ne se servira de ce comparateur qu'après l'établissement du mètre prototype international, la Commission propose d'en ajourner également l'exécution, et de profiter de l'intervalle pour en faire dresser un plan détaillé par MM. Brunner, plan qui pourra être soumis à la délibération du Comité dans sa réunion prochaine.

» Sur la proposition de M. Ibañez, M. Hirsch est prié de prêter son concours à MM. Brunner pour l'exécution du plan.

» Quant au mode d'exécution de la construction de tous les instruments dont les principes ont été établis dans la présente réunion du Comité, la Commission, après avoir discuté sur le meilleur mode à suivre, propose d'adopter la marche suivante :

» Chaque membre du Comité qui a accepté la direction de la construction d'un des instruments en fera établir des dessins définitifs de construction et des devis approximatifs ; il les présentera à la signature du bureau du Comité, qui constatera qu'ils sont conformes aux décisions du Comité, et que la dépense ne dépasse pas les ressources dont dispose ce dernier.

» Le bureau du Comité fera la commande au constructeur, ou pourra autoriser le membre qui s'est chargé de diriger la construction à passer les marchés nécessaires.

» *Le Président de la Commission des Comparateurs,*

» Signé : Général A. Morin.

Le Rapporteur,

» Signé : J. Wild. »

Le Rapport de la Commission est adopté avec ses différentes propositions.

M. Foerster propose la résolution suivante, qui est également adoptée :

« Le Comité déclare que, dans le cas où des difficultés de détail imprévues se présenteraient dans l'exécution des appareils, telle que la prescrivent les principes généraux qui viennent d'être adoptés, le Bureau sera dispensé de

consulter à nouveau le Comité et autorisé à donner sa signature aux projets définitifs, si le membre qui dirige l'exécution de l'instrument accepte la responsabilité des modifications de détail apportées aux plans. »

M. Hirsch demande la parole pour développer une proposition destinée à compléter les principes généraux qu'on vient de fixer pour la construction des comparateurs. Il expose qu'une des sources principales d'erreurs auxquelles on est exposé dans ce genre d'observations, surtout dans les déterminations de dilatation où il s'agit de quantités considérables, consiste dans la difficulté de s'assurer si les traits des étalons se trouvent toujours à la même distance par rapport aux objectifs des microscopes; car la moindre variation dans cette distance, variation dont l'œil ne s'apercevrait pas sans le secours d'un autre moyen de vérification, changera notablement la valeur d'une partie du micromètre. M. Herr a bien prévu cette difficulté, et, dans son projet, il propose de l'éviter au moyen d'un levier de touche qui accuse les moindres changements dans la distance entre l'étalon et l'objectif. Mais l'application de cet organe délicat aux étalons en forme de X présentera de grandes difficultés, surtout lorsqu'il faudra remplacer rapidement les règles, l'une par l'autre; et ensuite, pour les observations dans un liquide, il faudrait, en outre, recourir à une mesure micrométrique de l'épaisseur de la couche liquide recouvrant les traits. M. Hirsch ne voit pas d'autre moyen, pour s'assurer de la constance de la valeur micrométrique dans les mesures successives, que d'entourer chacun des traits principaux définissant la longueur des étalons, de deux traits auxiliaires placés à une distance convenable des deux côtés du trait principal; en pointant ces traits, on exprimera leurs intervalles en parties du tambour du micromètre, lesquelles se trouveront ainsi toujours rapportées à une quantité fixe.

Si le Comité approuvait cette proposition, il serait nécessaire de la communiquer à la Section française, afin que

celle-ci pût y avoir égard dans le tracé des règles, qu'elle n'a pas encore commencé.

M. Wild appuie la proposition de M. Hirsch, qu'il envisage comme indispensable, et rappelle que les prototypes anglais modernes sont également munis de traits auxiliaires.

M. Stas croit se souvenir qu'une proposition analogue a déjà été discutée dans le sein de l'ancien Comité permanent.

M. de Wrede explique qu'il s'agissait alors de tout autre chose, savoir de deux traits plus gros, disposés parallèlement au trait principal à une assez grande distance, et destinés à trouver plus facilement l'emplacement des traits, presque invisibles. Quant à la proposition actuelle, qui a en vue deux traits auxiliaires, destinés, comme les traits principaux, aux mesures microscopiques, M. de Wrede n'en voit pas la nécessité. Il croit qu'on pourra mettre les étalons assez exactement au foyer, en se guidant sur la netteté de l'image, et surtout il estime qu'un changement qui interviendrait dans la distance des traits aux objectifs se trahirait immédiatement par une parallaxe très-sensible. D'après une première évaluation sommaire, M. de Wrede estime que, par ces moyens, on pourrait éviter les erreurs dépassant 0,1 de micron.

M. Herr répond qu'avec des microscopes comme ceux dont on se servira, l'image du trait peut être projetée très-considérablement en dehors du plan des fils sans qu'on s'aperçoive d'une parallaxe. La netteté des images ne fournit pas non plus un moyen suffisant de s'assurer de la distance voulue des traits. M. Stampfer a démontré, dans un mémoire publié dans le XVIIe volume des *Annales de l'École polytechnique* de Vienne, que, sans des précautions spéciales pour s'assurer de l'invariabilité de cette distance, on est exposé à des erreurs très-considérables, surtout lorsqu'il s'agit, comme dans les observations de dilatation, de quantités assez grandes pour nécessiter un long parcours de la vis.

M. Herr est ainsi d'accord avec ses collègues pour envisager comme indispensable, dans des observations de haute précision, l'emploi de moyens spéciaux pour contrôler la distance en question. Le levier de touche dont il a l'habitude et qu'il a proposé pour le comparateur universel, ne suffirait plus aux observations faites dans un liquide, parce qu'il s'agit ici, pour ainsi dire, de la distance optique du trait, distance qui dépend en partie de l'épaisseur de la couche liquide. Le moyen proposé par M. Hirsch lui semble parfaitement propre à fournir des valeurs du micromètre indépendantes des variations qui peuvent se produire dans la distance de l'étalon. Il appuie donc la proposition qui vient d'être faite.

M. Govi confirme ce que M. Herr vient de dire, en expliquant que la manière de voir de M. de Wrede se justifie parfaitement pour des microscopes à très-fort grossissement et à faible distance focale des objectifs ; mais avec des microscopes à foyer long, comme ceux qui seront employés, on n'apercevrait aucune parallaxe, même pour des variations de distance assez considérables.

M. Morin trouve la proposition de M. Hirsch assez grave ; car elle regarde la fabrication et le tracé des mètres, qui sont réservés à la Section française. La Commission internationale du Mètre, dont les décisions font règle pour la Section française, n'a pas exigé des traits auxiliaires, et le Comité ne peut pas de son chef modifier les décisions de la Commission de 1872.

M. Morin admet qu'il s'agit ici d'une question dans laquelle le concours et les conseils du Comité international pourraient être utiles à la Section française. Il ne s'opposerait donc pas à ce que le Comité soumît à cette dernière la proposition dont il s'agit ; mais il n'admet pas qu'on la tranche dans le sein du Comité, et qu'on veuille imposer à la Section française une mesure qui pourrait faire naître des difficultés dans le tracé.

M. Hirsch répond d'abord que l'article 3 des dispositions transitoires de la Convention réserve expressément les modifications que le Comité international aura le droit d'apporter aux décisions scientifiques de la Commission internationale de 1872 et de son Comité permanent. Il explique ensuite que la mesure proposée regarde beaucoup plutôt le travail de comparaison et de vérification dont le Comité est chargé, et pour lequel ces traits auxiliaires sont indispensables, que la fabrication des règles, qui ne sera en rien compromise par l'adjonction de traits auxiliaires ayant une épaisseur de quelques microns et se trouvant à un demi-millimètre du trait principal. Enfin, M. Hirsch ne veut nullement imposer quoi que ce soit à la Section française; il propose simplement de lui communiquer une résolution au sujet d'une précaution qui est indispensable à l'exactitude des comparaisons, et qu'on ne saurait plus réaliser, une fois le tracé des règles terminé.

La discussion étant close, M. le Président prie M. Hirsch de formuler définitivement sa proposition, et suspend la séance pendant un quart d'heure.

Après la reprise de la séance, M. Hirsch lit la proposition suivante :

« Le Comité reconnaît comme un des principes généraux applicables à tous les comparateurs, et surtout à ceux destinés à servir aux déterminations de dilatation, la nécessité d'avoir un moyen pour contrôler la distance des traits aux objectifs des microscopes. Pour atteindre ce but, on peut se servir, lorsqu'il s'agit d'observations dans l'air, d'un levier de touche, tel qu'il est proposé dans le projet d'un comparateur universel de M. Herr; mais, pour les comparaisons à faire dans un liquide, ce moyen ne suffit pas; il faut, en outre, pouvoir mesurer sur l'étalon même des intervalles arbitraires, formés chacun par deux traits auxiliaires placés des deux côtés des traits principaux à une distance d'environ $0^{mm},4$ à $0^{mm},5$. »

Soumise au vote, *la proposition est adoptée à l'un[illegible] moins une voix.*

Le Comité décide, en outre, *de porter cette résol[illegible] la connaissance de la Section française et de la [illegible] bien vouloir en tenir compte dans le tracé des pro[illegible]*

M. le Président soumet à l'appréciation du Comité l'utilité de charger une tierce personne du maniement des fonds du Bureau, jusqu'à ce qu'on ait nommé l'adjoint qui fonctionnera comme caissier-comptable. Il croit que le meilleur moyen serait d'autoriser le Bureau du Comité à s'entendre avec un banquier de Paris, pour que celui-ci ouvre un compte-courant au Bureau international des Poids et Mesures, retire de la Caisse des Dépôts et Consignations les sommes pour lesquelles des mandats du Directeur, visés par le Président, auront été expédiés ; enfin qu'il effectue les payements sur les ordres du Directeur, également visés par le Président.

M. Hirsch ajoute que le procédé, aussi simple que correct, indiqué par M. le Président, aurait en outre l'avantage d'être peu onéreux ; car, d'après les informations qu'il a prises près d'une honorable maison de banque de Paris, celle-ci se chargerait d'une opération semblable contre $\frac{1}{8}$ pour 100 de commission pour les payements effectués, et en comptant au Bureau international un intérêt de 2, 5 pour 100 pour les fonds qu'elle aurait en dépôt.

Le Comité décide à l'unanimité d'autoriser le Bureau à prendre un tel arrangement aux conditions indiquées.

La prochaine séance est fixée au lundi 8 mai à midi. L'ordre du jour porte : Rapport de la Commission des balances et propositions éventuelles.

La séance est levée à 5 heures.

PROCÈS-VERBAL

DE LA CINQUIÈME SÉANCE.

Lundi 8 mai 1876.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à midi et quart.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. Hirsch demande et obtient du Président l'insertion de la note suivante :

M. *Hirsch* regrette que M. le général Morin ait cru devoir revenir dans une note formelle sur la question de la correspondance entre le Comité international et la Section française. Obligé de répondre à cette note, M. Hirsch se borne à constater qu'il résulte de la note même que le bureau du Comité a adressé à la Section française trois lettres, dont deux sont parvenues, et qu'il n'a reçu de la part de la Section française aucune communication en réponse, pas même un accusé de réception. Cependant le fait qu'une lettre ait pu se perdre prouve l'utilité des accusés de réception.

M. *Hirsch* fait remarquer en outre que le Comité a appris seulement par la note de M. le général Morin, lue dans la séance du 5 mai 1876, que sa résolution importante prise le 24 avril 1875 et transmise par lettre du 2 juin 1875 a été communiquée à la Section française dans sa séance du 18 juin 1875.

M. *Hirsch* enfin ajoute qu'il ne s'est jamais permis de mettre en doute le bon vouloir de son honorable collègue. Au contraire, il se fait un devoir de rendre hommage à la promptitude et à la régularité parfaitement correcte avec laquelle M. le général Morin, comme membre du Comité international, a bien voulu répondre à toutes les communications que le Secrétaire du Comité a eu l'honneur de lui adresser.

M. le Président demande au Secrétaire de donner connaissance des lettres reçues.

Le Secrétaire lit la lettre suivante :

« Paris, le 6 mai 1876.

» Monsieur le Président et cher Collègue,

» Par votre lettre en date du 29 avril, le Comité international des Poids et Mesures demande à la Section française, chargée de la confection des nouveaux prototypes, de lui communiquer par écrit, le plus tôt possible, un rapport succinct sur l'état de ses travaux, et de lui remettre deux des nouvelles règles en platine iridié, dans leur état actuel, accompagnées de deux échantillons du métal. Nous avons l'honneur de vous soumettre les observations que cette demande nous a suggérées.

» La Section française n'a rencontré dans la continuation de ses travaux aucune difficulté nouvelle ; elle poursuit l'exécution des résolutions adoptées par la Commission internationale et par le Comité permanent, continuant à prendre pour guide : 1° la déclaration faite par ce Comité en date du 8 octobre 1874, que « dans l'état actuel des travaux de la Section française, elle n'a plus besoin du concours du Comité, dont la mission doit se borner désormais à exécuter les recherches scientifiques qui lui ont été confiées par la Commission internationale » ; 2° la lettre en date du 2 juin 1875, par laquelle le Comité international déclare que, par suite de la résolution prise par lui dans sa séance du 24 avril, il ne sera pas en mesure de commencer les comparaisons des prototypes avant le printemps de 1877 ; elle a continué les travaux qui ont pour objet la confection des règles, qui sont toutes en cours d'exécution, l'installation des comparateurs, l'examen du métal sous le double rapport de ses propriétés physiques et de sa nature chimique, etc.

» Elle ne négligera rien pour que ces travaux soient complétement achevés pour l'époque indiquée par le Comité international.

» La Section française estime qu'en raison du nombre des demandes faites par les différentes nations et les difficultés de la mise en œuvre du métal, elle manquerait de prévoyance en distrayant deux des règles qui sont actuellement en cours de fabrication. Ces règles, qui pourraient être soumises à des épreuves isolées de celles que les autres auraient subies, n'offriraient plus les garanties d'identité les plus formelles qu'on nous a très-justement imposées.

» Dans ces conditions, les membres de la Section française s'empresseront, ainsi qu'ils l'ont toujours fait, de donner aux membres du Comité international toutes les explications qui leur seraient demandées; il sera même possible de leur remettre, s'ils le désirent, quelques échantillons de platine iridié employé à la confection des règles.

» Ils n'ont pas oublié l'utilité du concours qui leur a été prêté par le Comité permanent pour résoudre certaines difficultés spéciales.

» La Section française a tout lieu d'espérer que les motifs qui viennent d'être donnés, pour ne se dessaisir d'aucune des règles en cours de fabrication, seront assez appréciés par le Comité international pour qu'il n'insiste pas sur la remise actuelle des deux règles demandées.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président et cher Collègue, l'assurance de notre parfaite considération.

» *Le Vice-Président de la Section française*
» *de la Commission internationale du mètre*,

» Signé : Général MORIN.

» *Le Secrétaire*,

» Signé : H. TRESCA.

M. le PRÉSIDENT annonce que l'objet de cette lettre sera mis à l'ordre du jour d'une prochaine séance.

Le SECRÉTAIRE donne lecture d'une seconde lettre que le Bureau vient de recevoir.

Voici cette lettre :

A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» J'ai reçu la lettre en date du 6 courant, par laquelle vous me donnez connaissance de l'opinion émise, dans la séance du 5 mai, par le

tiges mobiles, adaptées aux parois latérales de la cage, permettront d'ajouter ou de retrancher des petits poids additionnels à la charge de chaque plateau.

Ces balances seront exécutées sous la direction et la surveillance immédiates de M. Herr, qui déclare vouloir bien accepter cette mission.

La seconde série de balances pour les pesées dans l'air ne sera pas munie d'un appareil spécial de transposition des poids à distance, ni de miroir destiné à l'observation des oscillations. Elles auront une aiguille indicatrice au milieu et au bas; elles seront construites sous la direction et la surveillance immédiates de MM. Govi et Stas, qui déclarent accepter cette mission.

La balance destinée aux pesées *dans le vide* aura une portée d'*un kilogramme* et sera construite conformément aux plans dressés par M. Bunge, de Hambourg, et soumis par M. Fœrster à l'examen du Comité. Cet instrument sera pourvu d'un appareil spécial pour la transposition des poids d'un plateau à un autre, ainsi que des organes nécessaires pour ajouter ou retrancher des petits poids additionnels à la charge de chaque plateau. Il sera muni, en outre, d'un miroir fixé horizontalement au centre du fléau, et d'un prisme attaché à sa colonne. Les mouvements de ce miroir, appréciés à l'aide d'une lunette au travers de ce prisme, serviront pour la constatation de la valeur des oscillations du fléau. M. Fœrster déclare vouloir bien se charger de faire exécuter le projet de M. Bunge, sous sa direction et sa surveillance immédiates.

La balance destinée aux pesées hydrostatiques aura une portée maxima de 2 kilogrammes. Son fléau aura 50 centimètres de longueur et sera muni à chaque extrémité d'un index. Un miroir horizontal sera fixé au centre du fléau et devant ce miroir un prisme attaché à la colonne de la balance. Les mouvements du miroir seront observés au travers du prisme à l'aide d'une lunette placée à distance.

La colonne de la balance sera fixée sur une plaque de marbre blanc servant de base à l'encadrement de la cage.

La cage aura devant, de côté et derrière, des portes en glaces épaisses, munies d'organes mobiles destinés à l'introduction de petits poids additionnels aux charges des plateaux.

La plaque en marbre de la cage reposera sur un encadrement en métal formant une cage inférieure de septante-cinq centimètres de hauteur. Cette seconde cage aura également devant, de côté et derrière, des portes mobiles en glaces épaisses.

M. Stas sera chargé de faire exécuter cette balance sous sa direction et sa surveillance immédiates.

B. — *En ce qui concerne les poids.*

Le Bureau possédera comme étalons *deux* séries de poids en *platine iridié* et une série en *quartz.*

Une des séries en platine iridié comprendra : 1° les poids de 500, 200, 200, 100, 50, 20, 20, 10, 5 grammes, dont la forme sera celle d'une sphère tronquée par deux plans parallèles, de manière à lui assurer deux bases planes d'un diamètre égal à la moitié du diamètre de la sphère.

2° Les poids de 2, 2, 1 grammes, qui auront la forme de disques, et les poids de 0,5; 0,2; 0,2; 0,1; 0,05; 0,02; 0,02; 0,01 et 0,01 grammes, qui auront la forme de lamelles plates avec un coin relevé.

3° Les poids de $0^{gr},005$; $0^{gr},002$; $0^{gr},002$ et $0^{gr},001$; $0^{gr},001$, qui seront en fil replié sous des formes différentes.

La seconde série en platine iridié et celle en quartz contiendront les poids suivants : 400, 300, 200, 100, 40, 30, 20, 10, 4, 3, 2, 1 grammes; $0^{gr},4$, $0^{gr},3$, $0^{gr},2$, $0^{gr},1$; $0^{gr},04$, $0^{gr},03$, $0^{gr},02$, $0^{gr},01$; $0^{gr},004$, $0^{gr},003$, $0^{gr},002$, $0^{gr},001$, $0^{gr},001$. Tous ces poids, jusque et y compris le poids de $0^{gr},1$, auront la forme de sphères tronquées; les poids plus petits seront faits en fil de platine iridié de formes différentes.

Il sera fait en outre deux séries de subdivisions du centigramme en *aluminium pur,* qui contiendront les poids suivants : 5, 4, 3, 2, 1 milligrammes; $0^{mgr},9$, $0^{mgr},8$, $0,^{mgr},7$, $0^{mgr},6$, $0^{mgr},5$, $0^{mgr},4$, $0^{mgr},3$, $0^{mgr},2$, $0^{mgr},1$.

Les poids en platine iridié seront commandés à M. Oertling, de Londres, qui en a déjà construit pour l'Angleterre. La construction des poids en quartz sera confiée à M. Laurent, à Paris.

C. — *En ce qui concerne les instruments auxiliaires.*

L'ensemble des instruments pour la mesure de la pression atmosphérique et pour les recherches manométriques, proposé par M. Wild, est adopté. MM. Brunner et Alvergniat seront chargés de leur construction, sous la direction et la surveillance de M. Govi.

D. — *En ce qui concerne les thermomètres étalons.*

Ces thermomètres, à réservoir cylindrique, auront des dimensions telles qu'un degré centigrade y soit représenté par une longueur de *quatre* millimètres environ. Les tubes en seront choisis d'après un

calibrage préalable. On en expulsera l'air et l'on soufflera une petite cavité sphérique à la partie supérieure.

Les degrés en seront divisés directement en dixièmes, soit sur le tube, soit sur une plaque de verre solidement attachée au thermomètre.

Afin d'avoir des instruments de matières différentes et de les obtenir, soit d'un soufflage ancien, soit d'une construction récente, on en commandera *huit*, c'est-à-dire *deux* à chacun des constructeurs suivants : M. Baudin à Paris (MM. Govi et Stas seront chargés de cette commande) ; M. Geissler à Bonn (M. Foerster chargé de la commande) : M. Kapeller à Vienne (M. Herr chargé de la commande) ; l'observatoire de Kew en Angleterre (M. Wild écrira à M. Scott pour les lui demander, et pour les obtenir avec une division centésimale).

Chaque constructeur indiquera si ses thermomètres ont été gradués dans une position verticale ou dans une position horizontale. On demandera aussi aux constructeurs l'âge de leurs instruments.

Détermination des points fondamentaux.

Point zéro. — Le vase destiné à contenir la glace sera percé au bas pour laisser écouler l'eau de fusion. On aura deux vases différents pour cette opération, l'un pour le thermomètre vertical, l'autre pour le thermomètre horizontal ; ce dernier aura les parois opposées en verre, afin qu'on puisse viser à travers pendant qu'on fait au thermomètre son lit de glace.

Pour ce qui est de l'influence que peut avoir sur la graduation de l'instrument la détermination préalable du point zéro ou du point 100°, on s'en rapportera aux expériences de MM. Pernett et Loewenhertz.

Point cent. — La chaudière contenant l'eau distillée sera surmontée au centre d'un tube dont la longueur dépassera la hauteur des thermomètres. Ce tube sera protégé sur toute sa longueur par une double enveloppe métallique destinée à contenir la vapeur et à lui donner issue.

E. — *En ce qui concerne les thermomètres et les hygromètres des balances.*

Dans la cage des balances, on aura un thermomètre à mercure pour mesurer la température actuelle de l'air dans la cage. Il sera placé en outre dans les grandes balances un thermoscope différentiel de Matthiessen (qui permet d'égaliser à un moment donné la pression de l'air dans les deux boules, afin d'être averti des moindres différences de

température) près des plateaux, à côté et en dehors desquels on placera les boules du thermoscope.

Chaque cage des grandes balances aura au milieu un hygromètre de Saussure contrôlé par des observations psychrométriques.

On commandera à MM. Baudin et Geissler *dix* thermomètres à chaun, pour les usages ordinaires. Ces thermomètres seront divisés en dixièmes de degré, et l'on donnera au degré une longueur de 4 millimètres environ. La graduation ira de zéro à 50 degrés.

Le Président,
HERR.

Le Rapporteur,
J.-S. STAS.

M. WILD désire voir introduire quelques modifications de détail, et le rapporteur fait droit à cette demande.

M. DE WREDE propose que les deux exemplaires des mêmes poids de la première pile, dont l'acquisition a été décidée, soient faits de formes assez différentes pour qu'on ne risque pas de les confondre.

M. HERR croit qu'on peut atteindre ce but par d'autres moyens, par des marques ou des traits par exemple, et voudrait qu'on se bornât à décider qu'il sera adopté des moyens propres à faire distinguer facilement les deux exemplaires d'un même poids. *La proposition est admise sous cette forme.*

M. HERR croit que les thermomètres qu'on propose ont des dimensions trop grandes pour entrer dans les cages des petites balances. Il faudrait donc se procurer pour ces dernières une nouvelle série de thermomètres, pour lesquels il suffirait d'une échelle allant jusqu'à 30 degrés.

M. DE WREDE ayant émis l'opinion que cette limite de 30 degrés serait suffisante pour tous les thermomètres, et M. Fœrster ayant répondu qu'il faut étendre l'échelle jusqu'à 50 degrés pour pouvoir étudier les déplacements considérables des points fixes qui proviennent des effets subsistants de dilatation, *il est décidé qu'on se procurera des thermomètres spéciaux pour les petites balances.*

M. Wild voudrait, pour les thermomètres, surtout ceux des comparateurs, recommander de faire les tubes assez minces pour qu'on puisse observer nettement dans les microscopes à la fois le ménisque du mercure et les traits de division.

M. de Wrede craint la fragilité de tubes trop minces et n'a pas rencontré de difficultés dans l'observation, au moyen de lunettes, de thermomètres d'une épaisseur suffisante.

M. Wild ayant admis qu'il ne faut pas dépasser certaines limites qui dépendent du grossissement employé, *sa recommandation est approuvée.*

Avec ces modifications et adjonctions de détail, *les propositions de la Commission des balances sont adoptées à l'unanimité.*

M. le Président donne la parole à M. Stas pour développer une proposition que celui-ci a annoncé vouloir faire en commun avec M. Broch.

M. Stas s'exprime en ces termes :

La Commission internationale du mètre a décidé que les prototypes internationaux du mètre et du kilogramme seraient construits en platine iridié, de composition donnée. Elle a fixé son choix après avoir pris connaissance de travaux préliminaires entrepris par M. Sainte-Claire Deville et M. Fizeau sur les propriétés physiques de cet alliage. Depuis cette époque, des recherches nouvelles ont été exécutées par MM. Sainte-Claire Deville et Debray, tant sur le poids spécifique du platine et de l'iridium purs, que sur le poids spécifique de ces métaux alliés dans des proportions déterminées ; ils ont de plus soumis à de longues et délicates investigations, les méthodes employées pour la séparation et le dosage de ces métaux et ils en ont découvert de nouvelles qui permettent la préparation en grand de ces métaux à l'état de pureté, ainsi que l'analyse exacte de leur alliage. Jusqu'ici ces dernières recherches n'ont été l'objet d'aucun contrôle rendu public, parce qu'elles sont restées inédites.

Il est indispensable, pour les travaux auxquels le Comité doit se livrer, de connaître avec certitude les propriétés physiques fonda-

mentales du platine et de l'iridium purs, ainsi que les propriétés de l'alliage de ces métaux dans des proportions données.

Ainsi il est nécessaire d'établir par des expériences qui ne laissent aucun doute :

1° Quel est le poids spécifique du platine et de l'iridium purs ;

2° Quels sont le poids spécifique et le coefficient de dilatation de l'alliage de ces métaux au titre droit prescrit par la Commission internationale ;

3° Quels sont les changements qu'éprouvent le poids spécifique et le coefficient de dilatation suivant la composition de l'alliage et suivant les opérations mécaniques auxquelles on soumet celui-ci.

Le seul moyen d'atteindre à ce résultat, est de se procurer du platine et de l'iridium purs ; d'allier ces métaux autant que possible au titre droit, et à des titres variant, de 5 pour 100 par exemple, au-dessus et au-dessous du titre droit; enfin de faire transformer une partie de l'alliage au titre droit en règle ayant la longueur prescrite pour les mètres à traits.

Ces types, soumis préalablement à toutes les investigations physiques et chimiques, serviront de témoins et de termes de comparaison pour les mètres et kilogrammes internationaux.

En conséquence de ce qui précède, nous avons l'honneur de proposer de décider que le Comité fera fabriquer le plus tôt possible et à l'aide des méthodes découvertes par MM. Sainte-Claire Deville et Debray.

1° Du platine pur ;

2° De l'iridium pur ;

3° Du platine iridié autant que possible au titre droit de 10 pour 100 d'iridium ;

4° Du platine iridié autant que possible au titre de 5 pour 100 d'iridium ;

5° Du platine iridié, autant que possible, au titre de 15 pour 100 d'iridium ;

6° *Deux* règles en platine iridié autant que possible au titre droit, dont la forme et le mode d'exécution seront prescrits par le Comité.

Nous avons l'honneur de proposer également de prier M. Sainte-Claire Deville de vouloir bien aider de ses conseils le fabricant auquel le Comité confiera la fabrication du platine et de l'iridium purs et la confection des alliages des métaux mentionnés ci-dessus.

J.-S. Stas. Dr O. Broch.

La proposition de MM. Broch et Stas est mise en discussion.

M. Morin ne voit pas bien le sens et la portée de cette proposition, et croit devoir rappeler qu'en 1872 il n'a pas été question d'employer les métaux purs, et qu'il était entendu qu'on fabriquerait les règles en platine iridié d'après les méthodes connues à cette époque dans l'industrie des métaux précieux. Voudrait-on maintenant revenir sur cette question? Ce serait alors bouleverser tout ce qui a été fait jusqu'à présent. En outre, il est bien douteux qu'on parvienne à obtenir en grand ces métaux à l'état de pureté complète; car, autant qu'il sache, les méthodes dont il est question sont plutôt des méthodes de laboratoire, ne pouvant fournir que de petites quantités.

M. Morin comprendrait, à la rigueur, la proposition si le but était de se procurer de nouveaux témoins, devant servir plus tard aux comparaisons périodiques auxquelles on est convenu de soumettre les prototypes internationaux. Et même, dans ce cas, on dérogerait encore aux décisions de la Commission internationale, qui a prévu des témoins en béryl et en cristal de roche.

M. Stas répond qu'au contraire il a été entendu de tout temps que les prototypes seraient fabriqués avec du platine pur et de l'iridium pur. Il fait appel au souvenir de tous ses collègues et surtout de M. le baron de Wrede qui, en 1872, a fait avec lui partie de la Sous-Commission chargée d'étudier la question de la matière devant servir à la construction des prototypes. Contrairement à l'opinion de M. Morin, il peut affirmer que le fabricant auquel on a eu recours s'est engagé, il y a déjà quelques années, à fournir en trois mois, s'il le fallait, telle quantité que l'on voudrait, 300 kilogrammes par exemple, de platine parfaitement pur.

M. Broch explique qu'il ne s'agit pas de se procurer de nouveaux témoins de longueur, à côté de ceux prévus par la Commission internationale, mais que la proposition a pour but de créer, comme on le fait pour les monnaies, des types ou, si l'on veut, des témoins pour les comparaisons concernant la nature chimique et les qualités physiques

des étalons. Et, dans l'esprit des auteurs de la proposition, ces types ne seraient pas seulement destinés aux comparaisons périodiques de l'avenir, mais aussi à l'examen des prototypes lorsqu'ils seront remis au Comité international; car celui-ci doit les examiner aussi sous le rapport de leurs qualités physiques et chimiques, et c'est pour rendre ces études possibles que M. Stas et lui proposent de se procurer dès à présent les types.

La discussion est close; *la proposition de MM. Stas et Broch est mise aux voix et adoptée à l'unanimité des suffrages émis, M. Morin ayant déclaré s'abstenir.*

M. Stas est chargé de l'exécution.

Quant à la forme à donner aux règles types et au mode de leur fabrication, une Commission spéciale est chargée de soumettre le plus tôt possible un rapport et des propositions au Comité. Le Président désigne, pour faire partie de cette commission, MM. Broch, Herr, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est levée à 2 heures trois quarts.

PROCÈS-VERBAL

DE LA SIXIÈME SÉANCE.

Vendredi 12 mai 1876.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à deux heures un quart.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. M. de Wrede relève une petite erreur de détail au sujet des doubles exemplaires des poids, qu'il s'agit de distinguer. Le Secrétaire fait droit à cette observation.

M. Morin réclame contre deux omissions; d'abord, il désire voir mentionnée l'observation qu'il a faite à M. Stas, qu'ayant connu les méthodes de M. Deville, il y a plus de deux ans, M. Stas aurait dû en donner connaissance à la Section française.

M. Morin désire en outre voir consigner dans le procès-verbal l'interprétation que M. Fœrster a donnée à l'article 3 des dispositions transitoires, et d'après laquelle les modifications prévues dans cet article pourraient s'étendre même à la matière des prototypes.

M. le Président ayant décidé que ces réclamations seraient

insérées au procès-verbal de la séance d'aujourd'hui, celui de la dernière séance est adopté.

Le Secrétaire donne lecture de la correspondance : d'abord d'une lettre de M. Fœrster annonçant qu'étant obligé de quitter Paris, il a délégué son vote au sein du Comité à M. Herr, qui a bien voulu accepter cette délégation.

Le Secrétaire lit ensuite une communication de M. le Ministre des Affaires étrangères, par laquelle celui-ci informe le Président du Comité que l'Ambassade de Turquie a versé la somme de 46 139 francs, représentant la part contributive de l'Empire ottoman.

M. Govi présente au Comité, de la part de M. Denis Biancardi, ingénieur, Membre du Parlement italien, deux brochures, l'une intitulée : *Avantages directs et indirects qu'on pourrait attendre de la Convention de Paris du 20 mai 1875, pour l'unification du système métrique*, et l'autre : *Nouvelle formule pour l'application du système métrique*, formule dont l'auteur fait hommage au Comité international des Poids et Mesures. M. Govi donne quelques détails sur le projet de M. Biancardi, dont les brochures sont distribuées aux Membres.

M. Govi propose ensuite d'appliquer aux balances et aux autres appareils la décision qui a été prise au sujet des comparateurs, savoir, que les dessins de construction et les devis définitifs doivent être soumis au Bureau du Comité, pour qu'il examine s'ils sont d'accord avec les décisions de ce dernier, et que le Bureau est chargé de faire la commande aux constructeurs ou d'autoriser le Membre qui aura fait l'étude de l'appareil, à faire cette commande.

Cette proposition est adoptée.

M. Stas lit le Rapport de la Commission spéciale nommée dans la dernière séance pour étudier la question de la forme des types.

Voici ce Rapport :

Messieurs,

La Commission que vous avez chargée d'examiner la forme qu'il convient de donner aux règles types en platine iridié et leur mode d'exécution, s'est constituée en nommant M. le baron de Wrede Président, et M. Stas rapporteur. Elle a l'honneur de vous faire connaître le résultat de ses délibérations.

Avant de procéder à la discussion relative à l'objet principal de sa mission, la Commission s'est occupée de la forme à donner aux types en platine pur, en iridium pur et en alliages de ces deux métaux, dont la confection a été également prescrite, et des recherches auxquelles il y a lieu de les soumettre.

Elle a été unanimement d'avis que la forme rectangulaire doit être préférée; elle propose donc de les couler sur cette forme, sauf, bien entendu, l'iridium qu'on n'est pas certain de rendre assez fluide pour pouvoir le couler.

La Commission estime qu'après avoir préalablement déterminé le poids spécifique et le coefficient de dilatation de ces solides simplement fondus, il sera nécessaire de les marteler et de les laminer, de manière à les remener à 1 centimètre de côté, et de reprendre, après un recuit prolongé à des températures croissantes, leur poids spécifique et leur coefficient de dilatation. Le poids de chacun de ces types doit être compris entre 200 et 250 grammes, déduction faite des quantités nécessaires à l'analyse chimique.

Pour pouvoir exécuter l'une de ces recherches, la Commission propose de décider que le Comité fera acquisition d'un appareil de M. Fizeau, et priera M. Govi de se charger spécialement de l'étude de cet appareil et de la dilatation de ces types. M. le baron de Wrede veut bien se charger également de déterminer cette donnée physique importante à l'aide d'un appareil de son invention. Au sujet de l'exécution de la méthode de détermination due à M. Fizeau, un membre exprime le désir que, dans les limites de température dans lesquelles se tient le célèbre physicien français, on fasse au moins cinq observations.

En ce qui concerne le nombre des règles types à construire, un membre propose de le porter à quatre. Dans cet ordre d'idées on exécuterait deux règles au titre droit, l'une rectangulaire, l'autre en X, une règle en X au titre de 5 pour 100, et une seconde règle en X au titre de 15 pour 100 d'iridium. Ce membre motive son opinion

par la nécessité qui existerait, d'après lui, de déterminer le coefficient de dilatation sur les règles entières et non pas sur les bouts qui en seraient détachés ni sur les petites barres dont il a été parlé plus haut. D'autres membres, tout en reconnaissant la grande utilité de soumettre les règles entières à l'expérimentation, sont néanmoins d'avis, eu égard à la dépense considérable que doit entraîner la construction des quatre règles, de ne pas se rallier à cette proposition.

Quant à la forme des règles, un membre est d'avis de les exécuter toutes deux en X. D'après lui, le but principal de la motion faite et acceptée par le Comité, est de s'assurer de l'influence qu'exercent les opérations mécaniques sur la composition et les propriétés physiques des règles; il pense que ce but sera atteint en donnant la même forme à deux règles de composition identique d'alliage, et en faisant varier considérablement les opérations mécaniques indispensables pour réaliser l'identité de forme.

D'autres membres, au contraire, croient que ce but peut être atteint en donnant aux règles des formes différentes.

Après une longue discussion, la majorité est d'avis que les deux règles, dont la construction est prescrite par le Comité, doivent avoir des formes différentes. La Commission décide en conséquence de proposer pour l'une des règles la forme rectangulaire et pour l'autre la forme en X.

Dans son opinion, la règle rectangulaire devrait avoir les dimensions suivantes :

Longueur.....	101 centimètres.
Hauteur.....	1,75
Largeur.....	1

Elle aurait une partie coupée à chacune de ses extrémités. Cette partie coupée aurait 1 centimètre de longueur sur $8^{mm},75$ de profondeur.

La longueur du mètre serait tracée sur les surfaces ainsi produites.

L'autre règle aurait exactement la forme et les dimensions prescrites par la Commission internationale pour les prototypes.

La règle rectangulaire serait coulée, battue, laminée, rabotée et recuite.

La règle en X serait fondue, battue, rabotée et recuite suffisamment.

Dans l'opinion unanime de la Commission, on ne devrait avoir recours à l'étirage qu'autant que le rabotage de la règle battue, recuite et décapée, serait impossible à exécuter en grand.

La Commission croit que la commande des règles ne doit être faite

qu'après qu'on aura constaté avec certitude que les métaux préparés pour l'alliage réalisent le degré de pureté voulu, et que la composition de l'alliage, après avoir été refondu un grand nombre de fois, est autant que possible au titre droit.

Le Président,
Signé : DE WREDE.

Le Rapporteur,
Signé : STAS.

M. WILD rappelle qu'au sein de la Commission il a fait observer, au sujet de l'appareil Fizeau, qu'il conviendrait d'y modifier un peu la manière de déterminer la température.

Les conclusions du Rapport sont adoptées à l'unanimité.

M. HIRSCH croit indispensable de fournir à M. Stas, qu'on vient de charger de l'exécution des types, les moyens nécessaires pour accomplir sa tâche. Après informations prises, il paraît que la matière seule dont on aura besoin coûtera de 11 à 12 000 francs. M. Hirsch propose d'ouvrir à M. Stas, sur le budget de l'année courante, un crédit de 12 000 francs destiné à couvrir les frais de la matière des types.

Le crédit proposé est voté par le Comité à l'unanimité.

Le SECRÉTAIRE prend la parole au nom du Bureau, pour une proposition concernant la communication que M. le duc Decazes a faite au Comité au sujet de la demande du Gouvernement des Pays-Bas, qui désire recevoir ses étalons directement de la Section française. La lettre de M. le Ministre des Affaires étrangères, lue dans la première séance, demande une réponse de la part du Comité.

Bien qu'il n'appartienne pas au Comité d'apprécier ni la demande du Gouvernement des Pays-Bas, ni les motifs qui l'ont fait agréer par le Gouvernement français, il a le devoir d'attirer l'attention de ce dernier sur les conséquences fâcheuses qui résulteraient de la coexistence, dans l'avenir, de plusieurs genres de prototypes.

Le Bureau propose donc de répondre à la lettre de M. le Ministre, « en exprimant le regret du Comité qu'il ait été donné suite à cette demande, et en même temps l'espoir qu'il n'en sera pas fait un précédent, attendu que, si le Gouvernement français continuait, après comme avant la Convention du 20 mai 1875, à délivrer des copies du mètre et du kilogramme des Archives, sans le concours du Bureau international, et sans que ces copies aient été comparées aux nouveaux prototypes internationaux, le but même de la Convention du mètre, savoir l'unification réelle des Poids et Mesures métriques, se trouverait compromis ».

M. Morin désire d'abord constater que la Section française n'a rien fait pour provoquer ni la demande du Gouvernement hollandais ni la réponse qu'elle a reçue. Ensuite, comme il s'agit de discuter une question d'application de la Convention au point de vue des relations diplomatiques, le général Morin croit devoir se refuser à toutes discussions à ce sujet, lesquelles ne sont pas du ressort du Comité, qui n'a qu'une mission scientifique.

M. le Président fait observer que le Comité a été nanti de cette affaire par M. le Ministre des Affaires étrangères lui-même, et qu'il est dit expressément dans la lettre qu'il appartiendra aux savants étrangers des pays contractants d'apprécier le degré de confiance qu'ils croiront devoir attacher à des prototypes construits et vérifiés dans des conditions autres que celles qu'a fixées la Convention du 20 mai. Le Comité, en répondant dans le sens indiqué, ne dépasse donc nullement sa compétence et ne fait que remplir un devoir.

M. Broch appuie la proposition, en exposant que si, sans aucun doute, un Gouvernement resté en dehors de la Convention du Mètre a le droit de faire fabriquer des mètres où bon lui semble, et de les faire vérifier et comparer comme il le juge convenable, il lui semble que le Gouvernement français, qui est un des signataires de la Convention, a renoncé par cela même à donner désormais des copies

des anciens prototypes des Archives, qui ne sont plus que des pièces historiques, du moment que les nouveaux étalons sont déclarés par la Convention être le mètre et le kilogramme légaux dans les pays contractants.

La discussion est close et *la proposition du Bureau est adoptée à l'unanimité moins une voix.*

Le Secrétaire, au nom du Bureau, fait une autre proposition concernant les commandes de prototypes de la part des Gouvernements contractants.

Déjà dans la première séance, le Bureau a donné connaissance des commandes de prototypes que M. le Président a reçues de la part du Gouvernement Suisse et du Gouvernement de l'Empire allemand. M. le Président avait transmis la première à M. le Vice-Président de la Section française, qui lui a répondu par une lettre dont le Secrétaire donne de nouveau lecture, et dans laquelle il est demandé que ces commandes suivent, comme autrefois, la voie hiérarchique, en passant par le Ministère dont relève la Section française.

Le Bureau reconnaît que, puisque le Gouvernement français fait l'avance des frais de la fabrication des prototypes, les commandes de nouveaux prototypes peuvent être envisagées, à un certain point de vue, comme étant des affaires dont la solution appartient à une administration française. Par conséquent, il propose au Comité de déclarer d'abord en principe qu'il regarde comme indiscutable le droit de tous les Gouvernements contractants d'adresser leurs commandes au Comité international, qui est l'organe commun créé par la Convention pour toutes les affaires des prototypes métriques; mais qu'aussi longtemps que la Section française restera chargée de la fabrication des prototypes, le bureau du Comité lui transmettra les commandes qu'il recevra, par l'intermédiaire du Ministère des Affaires étrangères, conformément à l'article 16 du Règlement; sans que toutefois le Comité renonce au droit de communiquer directement avec a

Section française pour toutes les affaires dans lesquelles les deux sont appelés par la Convention à coopérer.

M. Morin déclare ne pouvoir participer ni à la discussion ni au vote, attendu qu'il s'agit de discuter les relations diplomatiques des Gouvernements contractants entre eux.

M. le Président répond que c'est M. le général qui, dans sa lettre du 17 novembre 1875, a discuté la voie à suivre par les Gouvernements pour faire parvenir leurs commandes, et que c'est au contraire le Bureau qui propose de déclarer indiscutable le droit des Gouvernements de suivre la voie qu'ils jugeront convenable.

La proposition du Bureau est mise aux voix et adoptée par tous les Membres, à l'exception de M. Morin, qui s'abstient.

M. Herr demande la parole pour proposer les déclarations et résolutions suivantes, au sujet de la lettre du 6 mai, que le Comité a reçue de la part de la Section française :

1° En continuant à prendre pour guide une déclaration faite par l'ancien Comité permanent avant la Convention du 20 mai 1875, et par conséquent dans de tout autres circonstances, la Section française méconnaît cette Convention et en particulier l'article 4 des Dispositions transitoires, qui exige le concours du Comité international pour la construction des nouveaux prototypes.

Institué par cette Convention, le Comité international ne peut admettre pour base de ses relations avec la Section française que les stipulations de la Convention du mètre. Toutes décisions antérieures, soit de la Commission internationale, soit de son Comité permanent, qui seraient en contradiction avec cette Convention, sont, par le fait, abrogées.

2° La Section française, en refusant d'accepter de la part du Comité tout concours efficace pour la construction des prototypes, et en voulant renvoyer l'examen des règles, même au point de vue physique et chimique, jusqu'à leur entier achèvement au printemps prochain, encourt toute la responsabilité pour les conséquences d'un tel renvoi.

Les doutes qui existent sur la nature chimique de l'alliage des prototypes font naître en même temps des doutes sur ses qualités physiques. Si ces doutes se trouvaient bien fondés, il se pourrait que le Comité ne puisse pas recevoir ces prototypes, et il faudrait alors recommencer l'année prochaine la fabrication de nouvelles règles ; et même, si l'examen auquel le Comité ne pourrait se livrer que dans un an était favorable, il résulterait toujours du renvoi de cet examen un retard d'une année au préjudice de toutes les nations qui ont commandé des prototypes.

3° Le Comité international décline dès à présent toute responsabilité de ces conséquences ; il charge son bureau d'exposer au Gouvernement français l'état des choses, avec les pièces à l'appui, d'expliquer l'impossibilité pour le Comité de prêter, d'une manière efficace, le concours prévu par l'article 4 des dispositions transitoires de la Convention, et de lui demander de bien vouloir donner une solution à une situation aussi contraire au texte de la Convention que préjudiciable à son but.

4° Avant deux mois, le Bureau rendra compte au Comité de la situation et proposera des mesures ultérieures.

M. Morin veut tout d'abord faire observer que les Membres qui réclament aujourd'hui avec tant d'insistance le concours du Comité aux travaux de la Section française, sont les mêmes qui, il y a deux ans, ont refusé le concours du Comité permanent.

M. Broch explique qu'il n'existe aucune contradiction entre la décision prise alors et les démarches faites actuellement par le Comité international ; car, en 1874, le Comité permanent manquait absolument de tout moyen de coopérer efficacement aux travaux de la Section française. Plusieurs de ses Membres ont même déclaré au nom de leurs Gouvernements ne pas pouvoir prendre part aux séances du Comité permanent, tant que les moyens d'une action sérieuse ne seraient pas assurés par la fondation d'un Bureau international. Depuis lors, ce Bureau a été réellement fondé par la Conférence diplomatique, et la Convention du mètre prescrit au Comité le devoir de concourir à la fabrication des prototypes.

M. Morin, dans le but de prouver que le Comité international n'est autre chose que l'ancien Comité permanent, et que la Section française a conservé sa mission telle qu'elle lui avait été confiée par la Commission internationale de 1872, cite certains passages des discours prononcés par MM. les Ministres des Affaires étrangères et du Commerce, devant l'Assemblée nationale de Versailles, lorsque la Convention a été soumise à sa ratification.

Au reste, M. Morin désirerait connaître le sens exact attaché par le Comité à ce mot *concours;* il ne saurait admettre l'intervention du Comité dans la fabrication matérielle, pour laquelle la Section française doit nécessairement garder la plus entière liberté, sans qu'on puisse lui imposer des méthodes et des procédés qui ne seraient pas les siens. Il demande pour la Section française la même liberté que le Comité a laissée à ceux de ses membres qui se sont chargés de la construction de certains instruments.

M. Morin estime que le seul endroit où le Comité pourrait se livrer à des études et à des recherches sur les nouveaux étalons, c'est le Bureau international, qui n'est pas encore construit; par conséquent, la demande des règles et des échantillons lui semble en tout cas prématurée. Enfin, M. Morin désire savoir si la demande de la communication des deux règles a été faite dans le but de les soumettre à des études et recherches par et pour le Comité ; car, dans ce cas, il envisage qu'il a le devoir et le droit d'y assister.

M. le Président, répondant à la première observation de M. Morin, déclare que, pour le Comité international, il n'y a rien de supérieur à la Convention conclue par les seize États souverains.

M. Herr explique que le concours demandé par le Comité a en vue la coopération d'un groupe d'hommes de science avec un autre groupe d'hommes de science à un même travail scientifique.

M. Stas, tout en admettant la liberté réclamée par M. le général Morin pour la Section française, ne voit pas comment cette liberté serait détruite par la coopération d'un autre corps scientifique, dont le concours a été prévu dès le début. Quant à la question posée par M. Morin, il répond qu'il fera ses analyses publiquement et qu'il ne demandera pas mieux que de voir M. le général Morin y assister, comme il a invité aussi M. Peligot à prendre part à ses travaux.

M. Hirsch montre que les recherches auxquelles le Comité se serait livré sur la nature physique et chimique des règles qu'il a demandées n'auraient entravé en rien la liberté d'action de la Section française. Quel que soit le sens qu'on veuille attacher au mot *concours*, on ne saurait admettre qu'il pût y avoir réellement concours à la confection des prototypes, si ces derniers étaient livrés au Comité seulement après leur entier achèvement. Le Comité a demandé simplement à être renseigné sur l'état actuel des travaux de fabrication; on lui a répondu que toutes les études une fois terminées seraient publiées, et qu'alors le Comité pourrait en prendre connaissance. Le Comité a demandé, en outre, que la Section française veuille bien lui remettre des échantillons de la matière pour pouvoir l'analyser de son côté ; on lui a répondu qu'il serait possible que des Membres de la Section française remissent à des Membres du Comité quelques échantillons de platine iridié, comme il en a été communiqué à d'autres chimistes étrangers. Il est évident que, de cette façon, les travaux qu'on pourrait faire sur des échantillons ainsi obtenus manqueraient complétement du caractère d'authenticité. Dans ces conditions, il partage entièrement l'opinion de M. Herr, que tout concours réel et efficace est rendu impossible au Comité international : c'est pourquoi il ne peut qu'appuyer la proposition de son collègue, de porter cet état des choses à la connaissance du Gouvernement français et de lui demander une solution.

M. Morin quitte la séance.

La discussion étant close, *les quatre propositions de M. Herr sont mises aux voix et adoptées à l'unanimité.*

M. Govi propose que le Comité demande à M. Henri Sainte-Claire Deville communication du résultat des analyses qu'il a faites du métal des mètres et des kilogrammes, afin de pouvoir les présenter comme pièces à l'appui des doutes qui existent à l'égard de la composition des prototypes en voie de préparation.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

M. Hirsch, en rappelant l'article 3 du Règlement ainsi conçu : « Le Gouvernement français prendra, sur la demande du Comité international, les dispositions nécessaires pour faire reconnaître le Bureau comme établissement d'utilité publique », demande que le Bureau soit autorisé à faire les démarches nécessaires pour obtenir cette reconnaissance.

Cette proposition est adoptée.

M. le Président constate que l'ordre du jour est épuisé, et déclare close la session actuelle du Comité international des Poids et Mesures. Il remercie les Membres de l'assiduité dont ils ont fait preuve et les prie de se rencontrer une dernière fois, le 14 mai à 11 heures, pour signer le procès-verbal.

La séance est levée à 5 heures.

PROCÈS-VERBAL

DE LA SEPTIÈME SÉANCE.

Dimanche 14 mai 1876.

PRESIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 11 heures un quart.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui, après quelques modifications demandées par M. le général Morin et apportées séance tenante par le Secrétaire, est adopté par le Comité, et signé par tous les Membres présents.

M. le Président propose que le Comité charge son Bureau de remercier le Cercle de la Librairie de la générosité avec laquelle il a bien voulu mettre son local à la disposition du Comité.

Cette proposition est votée à l'unanimité, et la séance levée à midi.

Gal Ibañez, Herr, J.-S. Stas,
Jac. Wrede, Dr O.-J. Broch,
G. Govi, Gal A. Morin, H. Wild,
D^r Ad. Hirsch.

ANNEXE N° I.

(Voir p. 34.)

Madrid et Neuchâtel, le 30 octobre 1875.

MONSIEUR ET TRÈS-HONORÉ COLLÈGUE,

L'article 9 de la Convention statue que tous les frais du Bureau international des Poids et Mesures seront couverts par des contributions des États contractants, établies d'après une échelle basée sur leur population actuelle.

Ensuite l'article 20 du Règlement annexé à la Convention porte:

« L'échelle des Contributions, dont il est question à l'art. 9 de la Convention, sera établie ainsi qu'il suit: Le chiffre de la population, exprimé en millions, sera multiplié par le coefficient 3, pour les États dans lesquels le système métrique est obligatoire; par le coefficient 2, pour ceux dans lesquels il n'est que facultatif; par le coefficient 1, pour les autres États. La somme des produits ainsi obtenus fournira le nombre d'unités par lequel la dépense totale devra être divisée. Le quotient donnera le montant de l'unité de dépense. »

Pour mettre à exécution ces dispositions conventionnelles, le Bureau du Comité a adressé, le 7 juin 1875, aux ambassades et légations à Paris des États contractants, la lettre circulaire suivante :

« Madrid et Neuchâtel, le 7 juin 1875.

» MONSIEUR LE MINISTRE,

» La convention des Poids et Mesures ayant été signée le 20 mai par 17 États, il est désormais possible d'établir définitivement l'échelle des contributions, conformément à l'art. 9 de la Convention et à l'art. 20 du Règlement. Il importera sans doute aux Gouverne-

ments des hautes Parties contractantes de connaître exactement les charges financières qui résulteront de la Convention pour chacun des Etats contractants, avant de la soumettre à la ratification suivant les lois constitutionnelles particulières à chaque État.

» Or, pour pouvoir établir le calcul des contributions, il faudrait connaître d'une manière officielle les éléments sur lesquels il doit être basé d'après l'art. 20 du Règlement.

» Dans ce but, le Comité international des Poids et Mesures, s'appuyant sur l'art. 16 du Règlement, prend la liberté de s'adresser à Votre Excellence, pour la prier de bien vouloir lui faire parvenir les renseignements suivants, par rapport à votre pays :

» 1° Quel est le chiffre officiel de la population ?

» 2° Le système métrique des Poids et Mesures est-il obligatoire ou facultatif, ou bien n'est-il pas encore introduit légalement ?

» En transmettant ces renseignements officiels le plus tôt possible à l'adresse de notre secrétaire (M. le Dr Hirsch, Directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, en Suisse), Votre Excellence contribuerait à mettre le Comité international en mesure d'établir en temps utile le calcul des contributions, dont nous ne manquerons pas de porter le résultat immédiatement à la connaissance de Votre Excellence.

» Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de notre plus haute considération.

« *Le Président*,

» Signé : Général Ibañez.

» *Le Secrétaire*,

» Signé : Dr Ad. Hirsch. »

N'ayant reçu, jusqu'au milieu de septembre, que la réponse de dix Gouvernements, nous avons pris la liberté d'adresser aux représentants des autres États la nouvelle circulaire suivante :

Madrid et Neuchâtel, le 16 septembre 1875.

» Monsieur le Ministre,

» Par lettre circulaire du 7 juin, le Comité international des Poids et Mesures a sollicité des Gouvernements des États contractants la communication des données officielles nécessaires pour établir le tableau des contributions pour le Bureau international des Poids et Mesures.

» Jusqu'à présent, le Comité a reçu des réponses de dix ambassades et légations. Or, comme le calcul définitif des contributions exige la connaissance exacte des éléments de *tous* les États intéressés, et que plusieurs Gouvernements ont demandé au Comité de connaître sans retard le chiffre officiel de leur contribution, nous prenons la liberté, Monsieur le Ministre, de prier de nouveau Votre Excellence de bien vouloir nous faire communiquer, le plus tôt possible, les renseignements dont nous avons besoin, savoir le chiffre officiel de la population, et si le système métrique est obligatoire ou facultatif dans votre pays, à l'époque du 1er janvier 1876.

» Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'hommage de notre haute considération. »

(*Suivent les signatures.*)

Enfin, ne possédant pas encore, au commencement d'octobre, les éléments du calcul pour trois des États, nous avons adressé, le 3 octobre, à leurs légations la lettre suivante :

« MONSIEUR LE MINISTRE,

» Le terme approche où le Comité international des Poids et Mesures est obligé de fournir l'échelle officielle des contributions aux Gouvernements des États contractants, qui en ont besoin pour la ratification de la Convention internationale.

» Le Comité a reçu les éléments nécessaires pour établir le calcul des contributions de la part de quatorze États ; il ne saurait renvoyer plus longtemps l'accomplissement d'un devoir vis-à-vis de tous les États intéressés, et par conséquent, il est obligé de prendre, pour les trois États dont les Gouvernements ne lui ont pas fourni les renseignements demandés, les données telles qu'il a pu se les procurer dans des ouvrages publiés.

» N'ayant reçu aucune réponse aux deux lettres que nous avons eu l'honneur de vous adresser à ce sujet le 7 juin et le 16 septembre derniers, nous sommes forcés, Monsieur le Ministre, de prendre pour la population de votre Pays, le chiffre de :

Pour le Brésil.....	10196238
» le Pérou.....	2500000
» le Vénézuéla.....	1784194

et de lui attribuer le coefficient 3, en supposant que le système métrique y est introduit obligatoirement, à moins que vous ne rectifiiez ces données jusqu'au 15 octobre.

» Veuillez avoir l'obligeance d'accuser réception de cette lettre à notre Secrétaire (M. le Dr Hirsch, à Neuchâtel) et agréer l'assurance de notre haute considération. »

(*Suivent les signatures.*)

En réponse à ces lettres, nous avons reçu les renseignements de tous les États signataires de la Convention, à l'exception du Pérou, pour lequel il fallait par conséquent prendre les données que nous avions indiquées dans notre circulaire du 3 octobre, et du Brésil, dont la légation nous a informé, par lettre du 30 septembre, que le Gouvernement impérial du Brésil a résolu de ne pas ratifier la Convention signée à Paris le 20 mai. Le Brésil, par conséquent, ne figure pas dans le tableau des contributions.

Enfin, le Gouvernement français nous ayant d'abord fait parvenir simplement les publications statistiques officielles, nous avons dû lui demander de nous indiquer le chiffre de population sur lequel il voulait qu'on base le calcul de sa contribution, attendu que nous ne croyons pas que le Comité international dût prendre sur lui de décider si, pour le calcul des contributions, il y avait lieu de déterminer la population d'un État, en y comprenant ou non les colonies.

Nous avons reçu la réponse du Gouvernement français le 24 octobre et nous sommes ainsi en mesure d'établir enfin le calcul définitif des contributions, dont nous vous communiquons aujourd'hui le résultat dans le tableau ci-joint (1).

Comme ce tableau est le simple résultat arithmétique des données officielles que les Gouvernements nous ont transmises, il n'y a que peu d'explications à ajouter. En premier lieu, nous devons vous rappeler que nous avons soumis, par notre circulaire du 7 juillet, à la décision du Comité, la question : « S'il fallait, dans le calcul des contributions, arrondir le chiffre de la population aux millions, avant ou après la multiplication par le coefficient prévu par l'article 20 du Règlement. »

Le vote par correspondance sur cette question a donné le résultat suivant :

8 Membres : MM. Broch, Fœrster, Hilgard, Hirsch, Ibañez, Morin, Wild, de Wrede,

(1) *Voir* p. 115.

annuel de 1 pour 100, il en résulte qu'aujourd'hui elle doit être évaluée à un total de 88 millions et demi. »

C'est en calculant sur cette base, qu'on trouve pour la population actuelle de la Russie d'Europe le chiffre de 76 millions et demi.

Après vous avoir donné ainsi toutes les explications et tous les renseignements nécessaires, nous vous prions, monsieur et très-honoré collègue, d'examiner le tableau des contributions et de nous faire savoir *immédiatement* si vous l'approuvez, afin de nous permettre de communiquer, au nom du Comité international, sans retard à tous les Gouvernements contractants le chiffre de leurs contributions.

Agréez, Monsieur et très-honoré collègue, l'expression de notre parfaite considération.

Le Président,

Signé : Général Ibañez.

Le Secrétaire,

Signé : Dr Ad. Hirsch.

Tableau des parts contributives des États pour le Bureau international des poids et mesures.

ÉTATS.	POPULATION.	COEFFICIENT.	PRODUIT arrondi aux millions.	FRAIS d'établissement 400000 fr. — Unité 498 fr. 12.	FRAIS ANNUELS 1re période 75000 fr. — Unité 93 fr. 40.	FRAIS ANNUELS 2e période 50000 fr. — Unité 62 fr. 27.
				fr	fr	fr
1 Allemagne....	41010150	3	123	61270	11488	7659
2a Autriche.....	20136283	3	60	29888	5604	3736
2b Hongrie.....	15508575	3	47	23412	4390	2927
3 Belgique.....	5253821	3	16	7970	1494	996
4 Confédération Argentine..	2000000	2	4	1993	374	249
5 Danemark....	2000000	1	2	996	187	125
6 Espagne.....	24236590	3	73	36363	6818	4546
7 États-Unis d'Amérique....	38925598	2	78	38854	7285	4857
8 France.....	40943120	3	123	61270	11488	7659
9 Italie.....	26801154	3	80	39850	7472	4982
10 Pérou.....	2500000	3	8	3985	747	498
11 Portugal.....	5400000	3	16	7970	1494	996
12 Russie.....	76500000	1	77	38356	7192	4795
13a Suède.....	4341559	1	4	1993	374	249
13b Norvége.....	1795000	2	4	1993	374	249
14 Suisse.....	2669147	2	5	2491	467	311
15 Turquie.....	39000000	2	78	38854	7285	4857
16 Vénézuéla....	1784194	3	5	2491	467	311
TOTAL.....	350805191		803	399999	75000	50002

se sont prononcés pour arrondir les chiffres aux millions, après la multiplication par le coefficient ;

1 Membre (M. Govi) a voté dans le sens contraire;

3 Membres (MM. Herr, Husny-Bey et Stas) n'ont pas répondu.

Enfin nous avons reçu en réponse à notre circulaire les deux lettres suivantes de MM. Bosscha et Chisholm :

La Haye, 15 juillet 1875.

» Monsieur,

» J'eus l'honneur de recevoir la lettre circulaire du 7 juillet, par laquelle les membres du Comité international des Poids et Mesures sont invités à donner leur avis sur l'interprétation d'un article de la Convention du Mètre.

» J'ai le regret de devoir vous informer que je ne puis satisfaire à cette demande. Le Gouvernement des Pays-Bas n'a pas pu adhérer à la Convention en vertu de laquelle le Comité international a été institué, et les instructions que je viens de recevoir m'empêchent d'accepter le mandat de membre de ce Comité.

» Agréez, Monsieur, l'assurance de ma parfaite considération.

» Signé : Bosscha. »

« 7 Old Palace Yard, Westminster, 17 july 1875.

» My dear Sir,

I have received the lithographed circular to the members of the « Comité international des Poids et Mesures » dated 7 July and signed by general Ibañez as President, and by yourself as Secretary. I received also a short time back two printed copies of the Procès-verbaux of the Committee of their first sittings in Paris.

» Previously to the receipt of these communications, I had written to Dr Fœrster at Berlin to inform him that H. M. Government had decided not to take part in the convention of 20 may, and directed me to decline being appointed a Member of the new international Committee. I requested Dr Fœrster to communicate this decision to my former collegues in the Committee.

I now beg to repeat this decision to yourself and Général Ibañez, with an expression of my regret of my being compelled to withdraw from the work of the Committee appointed by the international Mètre-Commission in 1872 and to sever myself from my former collegues.

» Very truly Yours
» signé: CHISHOLM »

D'après cela, le Comité se composant de douze membres, la majorité s'est prononcée en faveur du procédé d'arrondir aux millions après la multiplication, ce que nous avons fait.

Comme nous l'avons déjà dit, les chiffres indiqués dans le tableau pour la population et le coefficient sont puisés directement dans les réponses des différents Gouvernements, à l'exception du Pérou, pour lequel nous avons dû prendre le chiffre de l'*Almanach* de Gotha, attendu que la légation du Pérou, qui a accusé réception de notre circulaire du 3 octobre, n'a pas modifié les données que nous y avons annoncé devoir employer. Quant au chiffre de population pour la Russie, l'office de l'ambassade impériale de Russie contient le passage suivant :

« En vous communiquant ces données, j'ai ordre d'ajouter que le Gouvernement impérial ne consentirait à faire figurer les populations de la Russie d'Asie, c'est-à-dire de la Sibérie, du Caucase et des provinces de l'Asie centrale, dans le calcul des contributions qui lui incombent, que dans le cas où les populations non européennes de tous les autres contractants seraient comprises dans le même calcul. »

Or le Portugal, en indiquant pour sa population 5400000 a fait abstraction de ses colonies, avec lesquelles elle monte à 7626022 ; par conséquent, il a fallu laisser de côté aussi la population de la Russie asiatique. La lettre de l'ambassade russe donne pour la population en 1870 :

En Europe.....	73574233
En Asie.....	11525152
Total.....	85099385

et elle ajoute : « La population de l'empire offrant un accroissement

prononcée, et qui a été recoupé suivant des gradins pour former : 1° en face et à l'ouest du pavillon, une cour supérieure ; 2° en arrière, un parterre dont le niveau, très-inférieur à celui de la cour, a permis d'installer sous le pavillon de vastes sous-sols.

Les dépendances ou communs consistaient, avant 1871, en quelques bâtiments pour écuries et remises construits dans la cour supérieure, et en une maison pour les gens de service au sud du pavillon et sur le même plan. Le jardin est orné d'un bassin servant de réservoir au jardin-fleuriste de Sèvres et à une partie de la nouvelle manufacture de Sèvres. Des arbres sont plantés dans diverses parties de la cour et du jardin.

La propriété est traversée par différentes conduites de la distribution générale du service des eaux servant à l'alimentation de la ville de Sèvres, du jardin-fleuriste et de la nouvelle manufacture.

La maîtresse conduite de Sèvres passe entre les communs et le pavillon, dans le prolongement de la contre-allée ouest de l'avenue du Mail.

Le bassin et les conduites d'eau dont il s'agit ici sont figurés sur un plan dressé le 28 juin 1875 par M. Douchain, Inspecteur du service des eaux à Saint-Cloud, et qui demeurera ci-annexé.

Pendant le double siége de Paris, des projectiles de guerre ont considérablement endommagé le pavillon et détruit complétement les écuries et remises. Il ne reste plus du pavillon que les gros murs; les planchers sont en partie pourris, et la toiture est complétement effondrée.

La maison des gens de service se trouve en assez bon état.

Le Comité international des Poids et Mesures a offert de rétablir le pavillon pour loger le personnel de son Bureau, d'édifier dans la cour des bâtiments destinés au dépôt des prototypes et aux salles d'observation, le tout à ses frais, et sous réserve de la faculté de creuser, sous le penchant du coteau auquel ces bâtiments sont adossés, une grotte de 10 mètres de profondeur sur 4 mètres de largeur.

L'immeuble et ses dépendances ont une superficie totale de 2 hectares 51 ares 53 centiares. Le tout est désigné par une teinte rose et par les lettres *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i* sur un plan dressé le 28 juin 1875 par M. Schœll, vérificateur de l'Enregistrement et des Domaines, et qui demeurera également ci-annexé.

Ce périmètre est déjà garni, dans quelques-unes de ses parties, d'un treillage qui sera prolongé, aux frais du Comité, sur tout le reste du pourtour.

Cet exposé terminé, les contractants sont convenus des dispositions suivantes :

Article 1er. — Le pavillon de Breteuil, tel qu'il est ci-dessus décrit, est mis par l'État à la disposition du Comité pour l'installation du Bureau international des Poids et Mesures dont le siége est à Paris, et pour tout le temps que fonctionnera cet établissement.

La durée de la concession de jouissance est expressément subordonnée à la destination en vue de laquelle elle est consentie, et cessera avec cette destination.

Art. 2. — Le Comité prendra les lieux dans l'état où ils sont, sans garantie d'aucune espèce. Il ne pourra jamais demander au Domaine aucune réparation quelconque.

Art. 3. — Le Comité pourra se servir, pour les travaux de restauration, d'appropriation et de constructions nouvelles qu'il se propose d'effectuer, des matériaux de démolition qui se trouvent sur l'immeuble concédé.

Les arbres de haute tige du jardin devront être conservés ; quant à ceux qui sont plantés dans la cour que le Comité se trouverait dans la nécessité d'abattre, il devra les désigner au Directeur des Domaines, qui les fera vendre au profit de l'État.

Art. 4. — Le Comité remettra au Domaine, sans indemnité et en bon état, à la fin de l'occupation, à quelque époque qu'elle arrive, tant les constructions qui existent actuellement que celles qu'il doit faire élever.

Dans le cas où ces constructions seraient détruites par un incendie, en totalité ou en partie, le Comité s'oblige à les rétablir à ses frais, afin qu'elles puissent continuer à servir à l'usage auquel elles sont destinées.

Art. 5. — Il ne sera exigé aucun loyer à raison de la jouissance concédée.

Art. 6. — L'accès à l'Établissement international aura lieu tant par l'entrée du parc appelée *grille du Mail* ou *de Breteuil*, donnant directement sur la route nationale, que par l'allée du Tillet et l'allée du Mail ; toutefois, il est expressément convenu que tout le service se fera par la grille du Mail.

Le personnel du Bureau international sera assujetti aux consignes de police du Palais de Saint-Cloud. Les consignes pourront, toutefois,

ANNEXE N° II.

(*Voir* p. 35.)

Madrid et Neuchâtel, le 6 octobre 1875.

MONSIEUR ET TRÈS-HONORÉ COLLÈGUE,

Dans la séance du 22 avril, le Comité international des Poids et Mesures a chargé son Bureau de faire, auprès des autorités françaises, les démarches nécessaires pour acquérir le pavillon de Breteuil. Nous nous sommes acquittés de ce mandat en adressant, le 26 avril, une lettre à M. le duc Decazes, pour expliquer au Gouvernement français les raisons qui avaient guidé le Comité dans son choix et pour lui demander d'indiquer les conditions auxquelles l'emplacement pourrait être concédé.

Le Gouvernement français, interprétant l'article 2 de la Convention de la manière la plus large, a déclaré, dès l'origine, vouloir concéder gratuitement le pavillon de Breteuil pour y établir le Bureau international des Poids et Mesures : ce n'est que sur la durée de la concession et sur quelques autres points de détail qu'il a fallu s'entendre.

Les négociations avec M. le Directeur général des Domaines ont été suivies d'abord par M. Govi, qui en avait été chargé par le Président, et en dernier lieu par le Président lui-même. Elles ont abouti à une convention que le Président a signée le 4 octobre, après avoir (usant de l'article 13 du Règlement) provoqué par correspondance un vote d'autorisation, qui a eu pour résultat :

8 membres ont envoyé l'autorisation demandée ;

1 membre a autorisé à signer après la ratification de la Convention du Mètre ;

2 réponses n'étaient pas parvenues.

Or, MM. Bosscha et Chisholm ayant, par lettres du 15 et du 17 juillet, refusé leur nomination, le Comité se compose de douze membres, et par conséquent le Président avait obtenu l'autorisation de la majorité du Comité.

Nous avons l'honneur de vous communiquer par la présente cette Convention, en faisant remarquer que, d'après l'article 8, elle ne sera définitive qu'après l'échange des ratifications de la Convention internationale du Mètre et après avoir été approuvée par une loi.

Agréez, Monsieur et très-honoré Collègue, l'assurance de notre haute considération.

Le Président,

Le Secrétaire, Signé : Général Ibañez.

Signé : Dr Ad. Hirsch.

Entre les Soussignés :

M. Levavasseur (Frédéric-Eugène), Directeur général de l'Enregistrement, des Domaines et du Timbre, Officier de l'Ordre de la Légion d'Honneur, agissant au nom de l'État français,

D'une part;

Et M. le général Ibañez (Charles), Directeur général de l'Institut géographique et statistique d'Espagne, Président de la Commission géodésique internationale, Grand-Croix de l'Ordre d'Isabelle la Catholique, Président du Comité international des Poids et Mesures, au nom et pour le compte duquel il agit,

D'autre part;

Il a été dit et convenu ce qui suit :

Aux termes d'une Convention du 20 mai 1875, la Conférence diplomatique du mètre a décidé qu'il serait fondé à Paris ou dans les environs, et entretenu à frais communs, un Bureau scientifique permanent, et son choix s'est porté, pour cet établissement, sur le pavillon de Breteuil.

Ce pavillon, qui figure sous les Nos 181, 183, 184, 185, 186 et 187 du plan dressé en exécution de l'article 6 de la loi du 2 mars 1832, est situé à l'extrémité sud-est du parc de Saint-Cloud du côté de Sèvres. Il est élevé sur un terrain dont la pente vers la Seine est fortement

ANNEXE N° III.

(*Voir* p. 37.)

Rapport concernant l'installation d'une machine frigorifique dans le bâtiment du Comité international des Poids et Mesures à Paris.

1° Pour pouvoir aborder par le calcul d'une manière un peu précise l'estimation numérique des diverses données du problème, il importe d'abord de le préciser, puis de discuter les solutions extrêmes comprenant nécessairement les conditions ordinaires dans lesquelles on se trouvera dans la majeure partie des jours de l'année.

Il importe donc que, pendant toute la durée des observations, la température soit invariable, et qu'on puisse la faire varier à différentes époques entre les limites extrêmes de zéro à 30 degrés.

On doit produire l'abaissement de température au moyen d'une machine à faire le froid, produisant 10 000 calories à l'heure et l'échauffement au moyen d'un calorifère.

2° Calculons donc le *temps* nécessaire pour abaisser la température d'une chambre qui vient de fournir pendant plusieurs jours des expériences à 30 degrés de chaleur, et dont toute l'épaisseur des murs a une température sensiblement égale.

Nous sommes ainsi dans les conditions les plus *défavorables* au point de vue de la rapidité de cette opération.

Supposons, en outre, que l'on refroidisse la chambre au moyen d'un air humide et chaud pris en dehors, ce qui augmente encore les difficultés de l'expérience.

Nous désirons enfin obtenir dans la salle la plus basse température demandée, soit zéro.

Les conditions de stabilité dans la température de la chambre sont les suivantes :

a. L'air de la chambre doit être abaissé de 30 degrés à zéro.

b. L'air de la chambre à 30 degrés doit perdre de l'eau de conden-

sation en passant de 30 degrés à zéro; et cette eau condensée ne profite pas au refroidissement de la chambre.

c. Les murs doivent prendre une température égale à zéro à la surface.

d. La quantité de chaleur que l'épaisseur des murs (encore chauds) absorbe doit être plus faible que la puissance effective de la machine. L'observation montre que, pour des murs bien faits, compactes et homogènes, une épaisseur de 5 centimètres ramenée à zéro est très-suffisante. Nous basant sur ces considérations, voici le calcul pour la salle, telle qu'elle est donnée dans le projet soumis à l'étude du Comité :

Petite salle : $5^m,30$ larg. $\times$ 9^m long. = plancher.....	$47^{mq},7$
Murs plans latéraux $2 \times (5^m,3 + 9^m) \times 3^m$ haut. = surface plane des murs.....	85,8
Voûte du plafond $\frac{5^m,3}{2} \pi \times 9 =$.....	74,7
Surface totale des murs.....	208,2
Le poids spécifique de la pierre des murs est	2
La chaleur spécifique des murs est, par kilogramme.....	0,2
L'épaisseur considérée est.....	5^{cm}
L'abaissement de température est de.....	30°

On a donc

$$208^{mq},20 \times 2 \times 0,2 \times 0,5 \times 30,$$

chaleur à ôter en calories.

Effectuant le calcul et réduisant les mètres carrés en décimètres carrés, il vient 124920 calories comme résultat.

A ce nombre il faut ajouter la quantité de chaleur à soutirer à l'air humide, pour l'amener de 30 degrés à zéro.

Calcul du volume d'air :

Parallélépipède rectangle de base.....	$5,3 \times 9 \times 3 =$	$143^{mc},1$
Volume de la voûte.....	$\frac{\pi r^2}{2} \times 9 =$	100,0
Total en mètres cubes..		243,1

Nous compterons 250 mètres cubes.

Chaleur spécifique de l'air, à volume variable : 0,26.

Tension hygrométrique maximum de l'air humide à Paris : 27 millimètres.

être modifiées de gré à gré, si le service des bâtiments civils et le Comité international le jugent à propos.

Le Domaine réserve le maintien du bassin et de l'ensemble des conduites d'eau. Il sera établi, dans toutes les clôtures et sur chaque passage de maîtresse-conduite, une porte spéciale pour l'usage des agents et employés du service des eaux, qui continueront à pouvoir circuler librement dans les parties de la propriété où leurs occupations les appelleront, ainsi qu'ils le font actuellement. Les portes qui existent déjà seront maintenues.

Toutes ces portes seront munies d'une serrure sur le passe-partout du service des eaux.

Il ne pourra être fait aucune modification sur le sol où passent les conduites sans une entente préalable avec le service des eaux. Ce service se réserve également de poser, le cas échéant, de nouvelles conduites à travers la propriété concédée, après s'être toutefois concerté avec le Comité international au sujet du choix de leur emplacement.

Aucun appareil, de quelque nature qu'il soit, faisant partie du système hydraulique, ne pourra être manœuvré par une personne étrangère au service des eaux, qui restera également chargée de l'entretien périodique de la distribution, du bassin réservoir, des galeries où passent les conduites et des bouches d'arrosement ou d'incendie.

Le mode de distribution à faire, au Bureau international, de l'eau nécessaire à ses besoins, soit par des branchements déjà existants, soit par des nouveaux branchements, sera conforme au Règlement en vigueur sur les fournitures d'eau.

La redevance annuelle exigible en raison de cette distribution d'eau sera payée par le Comité, d'après les décomptes établis par les agents du service des eaux. Tous les travaux d'installation seront exécutés sous la direction de ce service et aux frais du Comité international.

Art. 7. — Le Domaine n'interviendra dans aucune action qui serait intentée par le Comité pour raison de l'exploitation des biens concédés; mais, dans le cas où les droits de l'État seraient attaqués, le Comité devra dénoncer l'entreprise à l'administration des Domaines, qui se réserve le droit de décider s'il convient de se rendre partie au procès, ou s'il faut en laisser la suite au Comité, qui procédera, dans ce cas, à ses risques et périls.

Art. 8. — Pour l'exécution des présentes, il est fait élection de domicile, au nom du Comité international des Poids et Mesures, au pavillon de Breteuil.

Le présent traité ne sera définitif qu'après avoir été approuvé par

une loi, et à compter de la promulgation de cette loi, sauf à ne sortir effet, pour l'un et l'autre contractants, qu'à partir de l'échange des ratifications de la Convention diplomatique du 20 mai 1875 susvisée.

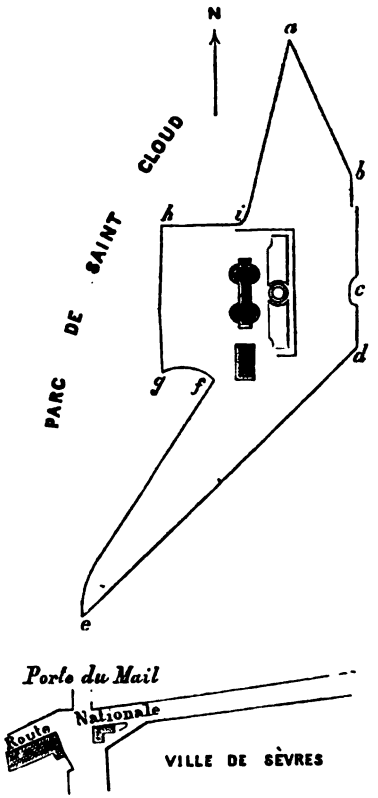
Fait double, le quatre octobre mil huit cent soixante-quinze, à Paris, Hôtel du Ministère des Finances.

Approuvé l'écriture ci-dessus :

Signé : Général Ibañez.

Approuvé l'écriture ci-dessus :

Signé : C. Levavasseur.



Échelle de $\frac{1}{1000}$.

dans laquelle C est la chaleur spécifique du mur; A est la surface, et P est le poids spécifique. On a

$$PCA\int_0^4 30\,dx - PCA\int_0^4 \frac{30x\,dx}{4} = 120\,CAP - 60\,CAP.$$

Chaleur à absorber = 60 CAP^{cal}.

Remplaçant C par 0,2 et A par 20820 décimètres carrés, on trouve, P étant = 2, pour résultat final

485280 calories à absorber.

Cette quantité de chaleur ne sortira des murs qu'au bout de plusieurs jours, voire même de quelques semaines; elle représente 48 *heures de marche de l'appareil.*

5° Nos conclusions sont donc celles-ci :

Un appareil frigorifique, produisant 10000 calories à l'heure, est amplement suffisant pour les locaux du *Comité international des Poids et Mesures.*

Au bout d'une heure, au plus, on pourra commencer les observations dans n'importe quelle salle du bâtiment. On pourra faire varier les observations entre 30 degrés de chaud et 5 degrés de froid, avec notre appareil, sans aucune difficulté.

Les observations à basse température dans une salle ne seront pas troublées par des observations simultanées faites à haute température, dans les salles voisines et immédiatement attenantes.

Société genevoise pour la construction d'instruments de Physique :

Le Directeur,

Signé : H. Turettini.

Machines pour la production du froid par l'acide sulfureux anhydre :

Signé : Raoul Pictet et Cie.

ANNEXE N° IV.

(*Voir* p. 55.)

Note sur les résultats obtenus par le système introduit dans le Bureau des Poids et Mesures de Berlin, pour produire et maintenir certaines températures dans les salles d'observation.

Les plans de notre établissement que nous avons communiqués au Comité avec les explications nécessaires ont fait voir que l'arrangement dont il s'agit consiste essentiellement à éviter d'abord l'influence directe des variations de température extérieure et de l'action du soleil, en entourant les salles d'observation de murs en briques d'une épaisseur de 1 mètre, contenant des espaces à air enfermé, et dépourvus de toute fenêtre; on y fait pénétrer le jour par des regards ménagés dans le plafond et couverts de doubles vitrages épais.

Pour produire ensuite dans ces salles, garanties ainsi contre l'influence du dehors, des températures fixes comprises dans certaines limites, et afin de conserver ces températures aussi longtemps que possible et de les distribuer avec la plus grande uniformité, on a recouvert les murs, ainsi que le plafond, de parois en zinc ondulé à une distance de 20 centimètres environ; dans le vide formé ainsi entre les murs et ces surfaces métalliques, on peut à volonté introduire, au moyen d'un ventilateur, de l'air chaud ou froid puisé dans un calorifère ou un réfrigérant. Au moyen de tiroirs et de soupapes, on peut régler à volonté la circulation de l'air dans ces vides. En outre, on peut aussi faire passer, pendant un certain temps, l'air de ces vides directement dans les salles ou bien l'en faire sortir, au moyen d'un système de bouches de ventilation. De même, on peut empêcher complétement tout renouvellement d'air dans les salles, en faisant circuler l'air d'une certaine température seulement derrière l'enceinte métallique. Enfin, à une certaine phase d'augmentation ou de diminution de la température, on peut, en fermant toutes les bouches d'accès ou de ventilation, arrêter la circulation aussi dans les vides qui entourent

Tension hygrométrique maximum de l'air humide à zéro, 4 millimètres.

Chaleur latente de condensation de l'eau : 600 calories en moyenne.

Poids du mètre cube d'air : $1^{kg},293$.

Densité des vapeurs d'eau : 0,625.

Chaque mètre cube d'air dépose 19 grammes d'eau.

La salle ayant 250 mètres cubes à condenser, a, par conséquent, $4^{kg},75$ d'eau, ce qui absorbera, de ce chef seul, une quantité de calories égale à 2850 calories.

La quantité de chaleur perdue par l'air est représentée par

$$250 \times 0,26 \times 30 \times 1,293 = 2521 \text{ calories.}$$

Récapitulons l'ensemble des quantités de chaleur à soutirer :

1° Des murs.....	124920^{cal}
2° Condensation.....	2850
3° De l'air.....	2521
Total.....	130291

Or, notre appareil fait 10 000 calories à l'heure à 5 degrés de froid ; ainsi, sa production étant toujours supérieure à des températures plus élevées, il nous faudra un maximum de :

13 heures de travail

pour passer d'un extrême à l'autre, dans les expériences les plus écartées comme température, et qui ne seront que rarement nécessaires.

En injectant dans la double enveloppe de l'air à — 2, ou à — 4 degrés, il suffira, pour pouvoir fonctionner avec une température constante, que la machine soit réglée de telle sorte que l'émission de la chaleur par les murs compense exactement l'abaissement de l'air à l'entrée ; en calculant sur ces nouvelles bases, la chaleur à ôter sera seulement :

1° Pour la condensation.....	2850^{cal}
2° Pour l'air.....	2521
Total.....	5371

Après une demi-heure de travail, on pourra commencer les observations ; seulement, il faut se souvenir que la machine demande à être réglée, et que sa vitesse doit se modérer constamment au fur et à mesure que les murs se refroidissent. Sans cette diminution dans sa marche, la température s'abaisserait assez rapidement.

3° Des calculs identiques à ceux qui précèdent, relatifs à la chambre des balances, plus spacieuse que la précédente, nous amène aux résultats numériques suivants :

	mq
Plancher.....	77,4
Surface latérale.....	105,6
Voûte.....	119,7
Total....	302,7

	mc
Parallélépipède rectangle...	232,2
Voûte (volume exagéré)....	261
Total.....	493,2

En moins d'une heure de temps, la machine frigorifique aura fait passer l'air de cette salle de 30 degrés à zéro.

4° Enfin, nous voulons terminer cet aperçu par le calcul du temps nécessaire à la machine pour amener la totalité des murs à l'état d'équilibre, en supposant la salle du milieu à zéro et les deux avoisinantes à 30 degrés; ce qui suppose une gradation constante de température dans l'épaisseur des murs mitoyens.

Cette quantité de froid produit ne s'obtiendra qu'après quinze jours ou trois semaines d'expériences continues, alors seulement que cet équilibre de température aura pu s'effectuer : c'est le maximum extrême des plus mauvaises conditions maintenues en permanence.

L'épaisseur des murs est de 80 centimètres. Une face est à 30 degrés, l'autre à zéro. La ligne neutre du centre est à 15 degrés et se trouve à 40 centimètres de la surface à zéro.

A chaque couche d'épaisseur dx et à une profondeur x, correspond une différence de température d, qui varie à mesure que l'on choisit cette couche plus profondément. Les limites sont 30 degrés et zéro; en fonction de x et de l'épaisseur, elle s'exprime par

$$d = \frac{(4-x)30^\circ}{4} = 30^\circ - \frac{30\,x}{4}.$$

Pour avoir la quantité de chaleur totale à soutirer au mur, il faut faire la somme de toutes les quantités de chaleur perdues par les couches élémentaires; cette intégrale finie est

$$\int_0^4 \mathrm{PCA}\left(30 - \frac{30\,x}{4}\right) dx,$$

les salles, et y enfermer une masse d'air dont la température, par rayonnement de l'enceinte métallique, se communiquera à l'air de la salle et y produira peu à peu un équilibre thermique complet.

Nous allons consigner dans cette Note un certain nombre d'observations qui feront voir le degré de constance et d'uniformité de distribution de la température que l'on a pu atteindre dans certaines conditions et limites de température.

Déjà les premiers essais qu'on a faits avec ce système de chauffage ont prouvé la possibilité de porter, en quelques jours, avec une température extérieure voisine de zéro, celle de la salle d'observation jusqu'à 35 degrés, et de la maintenir constante dans les limites de quelques degrés en continuant à amener de l'air chaud ; et même, après avoir appris par expérience à bien régler le système des tiroirs et soupapes, on a réussi non-seulement à maintenir cette haute température à 1 degré près pendant des heures, mais aussi à éviter, dans les différentes régions et hauteurs du local, des différences dépassant 1 à 2 degrés.

Cette uniformité de distribution avec un équilibre d'une si courte durée, tel qu'on pouvait l'obtenir avec ces hautes températures, était due en premier lieu à l'effet égalisant des grandes surfaces métalliques, mais aussi au système de ventilation par lequel on faisait entrer l'air chaud près du plafond et sortir par des ouvertures près du plancher.

Par conséquent, si l'on veut faire des mesures dans un liquide à la température de 35 degrés, il sera possible de maintenir, au moins pendant quelques heures, la température de l'air assez près de celle du liquide, pour que les mouvements et la formation de couches superposées dans le liquide ne se produisent que dans des limites fort restreintes. Toutefois, avec les moyens employés, il ne faudra pas compter sur cette constance et égalité des températures élevées (entre 30 et 35 degrés) au delà d'une à deux heures. Peut-être avec un moteur du ventilateur plus puissant (notre machine à air chaud a à peine la force d'un cheval) parviendra-t-on à maintenir l'équilibre plus longtemps, même à de hautes températures. Moi-même j'y ai attribué moins d'importance, puisque j'étais d'avis que, pour les problèmes de métrologie, il suffit de pouvoir produire et conserver constantes des températures comprises entre 5 et 25 degrés environ.

A cela nous sommes parvenus réellement, sinon pendant le chauffage, du moins après des périodes d'un chauffage plus ou moins prolongé, dont l'intensité et la durée dépendent à la fois de la température extérieure et de celle qu'on se proposait de maintenir, à une fraction de degré près, à l'intérieur de la salle.

La salle d'observation à laquelle se rapportent les données qu'on va lire a une hauteur de 5 mètres sur 11^{m}, 5 de long et 5^{m},5 de large, c'est-à-dire un volume de 315 mètres cubes.

Trois des murs d'enceinte sont des murs extérieurs; un seul de 11^{m}, 5 est un mur intérieur.

Tôt après l'installation, aux mois de février et de mars 1874, avec une température extérieure voisine de zéro, on a obtenu, après un chauffage de cinq jours, d'abord le second jour 30 degrés, et le quatrième et cinquième jour à peu près continuellement 35 degrés.

Après avoir cessé le chauffage, on a fermé toutes les bouches, de sorte que l'air chaud ne pouvait plus circuler que dans l'enceinte formée par les parois en zinc et les murs. Alors la température, par suite de la communication aux murs d'enceinte, descendit pendant le premier jour de 35 degrés à 23°,5, et ensuite à la fin du troisième jour jusqu'à 22 degrés. A partir de là, la diminution pendant les quinze jours qui s'écoulèrent jusqu'au chauffage suivant ne fut plus que de 1,5 à 2 degrés, de telle sorte que pendant les premiers jours de cette période l'abaissement diurne était de 0°,25 à 0°,15 et qu'après la constance fut telle qu'on ne pouvait plus constater de variations.

Aux mois d'octobre et de novembre, lorsque la température extérieure variait entre + 8° et — 2°, on a obtenu des résultats semblables, quoique un peu moins satisfaisants; parce que, pour des raisons particulières, on n'avait pas pu continuer le chauffage initial assez longtemps sans interruption. C'est que, pendant cette série d'expériences, il s'agissait en même temps d'étudier la compensation d'un certain nombre de pendules destinées aux stations des côtes allemandes, où l'on voulait organiser des signaux d'heures; pour cela il fallait produire des variations de température assez fortes dans des intervalles de temps assez rapprochés, et obtenir une certaine constance pendant douze heures environ.

A cette occasion on a observé, le 26 octobre, avec + 8° dehors, après avoir chauffé de 8 heures du matin à 9 heures du soir, une température de la salle de 29°, 1, moyenne des indications de 13 thermomètres placés à différents points des murs. Pendant cinq jours on cessait chaque soir le chauffage, commencé entre 7 heures et 8 heures du matin, et l'on fermait toutes les communications de la salle et de l'enceinte métallique avec le dehors.

Le matin, après la nuit qui suivait le premier jour de chauffage, la température était descendue à 20°, 1, et cette baisse s'était accomplie, à quelques dixièmes de degré près (comme aussi dans les nuits suivantes), déjà pendant les deux premières heures après la fin du chauffage.

Le second jour, le chauffage donnait déjà, à 3 heures de l'après-midi, + 32°,3 et à 8 heures du soir 33°,2. Le matin suivant, la température était de nouveau descendue, pendant la nuit, à 20°,1.

Le soir du troisième jour, on observait 33°,3 et le matin après, 22°,0. Le quatrième jour, on commença le chauffage seulement à midi, et, à cette heure, la température de la salle était encore 22°,0. Enfin, le sixième jour de chauffage, on avait le soir 34°,0, et, après le refroidissement de la nuit, le matin 24°,2.

Alors on a tout fermé sans rien changer. Après cinq jours, la température était descendue à 17°,25, et pendant cinq autres jours, elle baissait encore de 2 degrés, mais avec une vitesse rapidement décroissante, de sorte qu'il s'établit un état stable aux environs de 15 degrés.

On comprend que cette fois l'état d'équilibre a été atteint plus tard et à une température moins élevée que dans l'essai précédent, parce que cette fois on n'avait pas continué à chauffer pendant cinq à six jours, mais qu'on interrompait le chauffage pendant toutes les nuits.

Du matin du 26 au soir du 27 novembre 1874, on a chauffé continuellement, et l'on a obtenu, du soir du 26 jusqu'à la fin du 27, c'est-à-dire pendant trente heures, une température moyenne de + 33°,6 avec des variations de 0°,5 environ, tandis qu'il régnait au dehors un froid de — 2° (température moyenne du jour).

Après avoir cessé le chauffage, qui avait duré environ quarante heures, la température s'abaissa, dans une demi-journée, seulement jusqu'à 28 degrés; on voit de nouveau qu'avec un chauffage non interrompu pendant un certain temps, on obtient un résultat plus satisfaisant.

En décembre 1874, il a fallu interrompre les expériences, parce que les poutres commençaient à pourrir entre le plancher des salles et les fondements, qu'il avait fallu creuser jusqu'à la profondeur de quelques mètres au-dessous de la nappe d'eau souterraine, afin d'échapper aux mouvements du sol très-forts au centre de la ville. Pour éviter à l'avenir ce grave inconvénient, on a interposé entre les fondements et les salles un double plancher construit en verre et fer, que l'on a couvert, à l'intérieur des salles, avec des tapis isolants; dans la salle des balances, on a même couvert le plancher aussi de plaques de zinc et l'on a compris le vide, formé au-dessous de ces plaques, dans le système général de circulation. Ces réparations n'ont été terminées qu'au mois de janvier 1876.

Depuis lors, on n'a pas encore pu faire de longues séries d'observations; il fallait d'abord chauffer pour sécher, et ensuite on a fait des

expériences préparatoires essentiellement pour étudier l'effet et le réglage des tiroirs.

En février et mars 1876, avec une température extérieure près de zéro, nous avons obtenu de nouveau plusieurs fois des températures de 30 à 33 degrés, qui tombaient rapidement à 16 ou 17 degrés, puisqu'on ne continuait jamais le chauffage au delà de douze heures; cette fois encore l'uniformité de la distribution de la température le long des murs était remarquable. Nous avons maintenant, dans les vides derrière le zinc, huit thermomètres à différentes hauteurs; ensuite onze thermomètres distribués dans la salle, près des parois, depuis le plancher jusqu'au plafond; enfin, dans la ligne médiane de la salle, deux thermomètres près du plafond et deux autres à mi-hauteur.

Les onze thermomètres placés près des parois de zinc montraient bien pendant le chauffage quelquefois des écarts de 1 à 2 degrés; mais, pour le reste du temps, ils s'accordaient si bien qu'en général les écarts de la moyenne ne dépassaient pas 0°,15 à 0°,25; même entre ceux placés près du plafond et près du plancher, la différence n'était en moyenne que de 0°,2 et ne dépassait qu'une seule fois 0°,3. De même les indications des quatre thermomètres placés dans le plan moyen de la salle ne différaient de la moyenne jamais de plus de 0°,2, et ordinairement seulement de 0°,1.

Enfin, la différence entre les deux thermomètres du plancher et les deux du plafond restait comprise entre 0°,0 et 0°,4, et était en moyenne 0°,2.

Tous ces chiffres sont le résultat de lectures faites au moins deux fois par jour, pendant plusieurs semaines. Pendant ces périodes d'observation on avait cependant plusieurs fois, pendant des heures, allumé des lampes à pétrole placées dans l'enceinte formée par les parois en zinc, et quelquefois on avait même introduit des lampes dans la salle même; ces dernières produisaient naturellement, dans leur voisinage immédiat, des dérangements de l'équilibre thermique; mais elles n'influençaient pas sensiblement la température générale et sa distribution.

De même la présence de plusieurs observateurs, pendant quelques heures, restait sans influence sur l'état général; une seule fois le séjour de quinze personnes dans la salle, pendant une heure, a produit un dérangement partiel de température qui, après quelques heures, s'est traduit par une élévation uniforme de 1 degré de tous les thermomètres, et a disparu complétement après douze heures.

Depuis le milieu de mars jusqu'au milieu de mai 1876, où l'on n'avait pas chauffé du tout, la salle avait pris une température moyenne de 11°,5,

constante à 0°,3 près, laquelle ne dépasse que de très-peu la température moyenne de Berlin.

Pendant la période du 16 au 28 mai, où la température extérieure variait entre + 1° et + 19°, et la température diurne moyenne entre 7 et 14 degrés, celle de la salle se maintenait en moyenne à 11°,9, avec des écarts de 0°,2 environ. Plus tard, parce qu'on avait oublié de fermer à temps une communication par laquelle on peut aspirer l'air extérieur, lorsqu'il devient plus chaud que celui de l'intérieur, il s'est produit, avec une hausse subite de la température extérieure, aussi une élevation considérable de celle à l'intérieur.

Après qu'on eut remédié à cet oubli, il s'est rétabli dans la salle de nouveau une température parfaitement constante, tandis qu'à l'extérieur elle variait entre 10 et 25 degrés. Voici quelques chiffres :

Température moyenne de la salle le	12 juin.....	+ 17°,5
»	13 »	+ 17,4
»	14 »	+ 17,5
»	15 »	+ 17,4
»	16 »	+ 17,5
»	17 »	+ 17,4
»	18 »	+ 17,4
»	19 »	+ 17,4
»	20 »	+ 17,4
»	21 »	+ 17,4
»	22 »	+ 17,5

et pendant tout ce temps, où l'on avait fermé toutes les communications avec l'extérieur, les variations diurnes de chaque thermomètre, aussi bien que les écarts des différents thermomètres entre eux, *n'ont pas dépassé* 0°,1.

Avec cette remarquable uniformité de la température, il convient de faire observer que le fait, qu'un des murs était un mur intérieur du bâtiment, n'a produit aucune différence; il faut y reconnaître, il me semble, un effet particulier du revêtement métallique.

Nous n'avons pas encore pu faire des essais de refroidissement; cependant, après un refoulement prolongé d'air froid, on peut s'attendre à pouvoir travailler dans des températures très-constantes, voisines de 5 degrés, c'est-à-dire de 5 ou 6 degrés au-dessous de la température moyenne des murailles. On peut même espérer qu'avec la plus grande constance de température dont jouira l'air amené par des tuyaux baignés dans de l'eau de glace continuellement renouvelée,

on obtiendra une basse température suffisamment constante, même pendant la période où l'on amènera l'air froid dans les vides métalliques.

Les avantages qu'on obtient par un arrangement, tel que nous venons de le décrire, sont naturellement accompagnés de certains inconvénients. Parmi ces derniers il faut compter surtout le danger auquel sont exposées les parties métalliques des instruments par suite des condensations subites et abondantes provoquées par des changements considérables de température dans de l'air enfermé. Nous avons fait, sous ce rapport, des expériences assez pénibles dont pourront profiter ceux qui, après nous, voudront organiser un arrangement semblable.

Avec des changements brusques et considérables de température exigés par les mesures métrologiques de précision, il sera peut-être indiqué de graisser fortement toutes les grosses parties métalliques des appareils, et de démonter les organes délicats pour les enfermer sous des vitrages hermétiquement fermés dans la salle même, de sorte qu'ils participent aux changements de température, sans être exposés aux condensations.

Signé : Foerster.

Berlin, le 22 juin 1876.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

ΛΕΓΟ ΘΕΩΣ ΓΕΓΕΝΗΤΑΙ

339978

COMITÉ INTERNATIONAL

DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES

SÉANCES DE 1877.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55

1878

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DE 1877.

COMITÉ INTERNATIONAL

DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES

SÉANCES DE 1877.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
339978
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
1925

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE L'ANNÉE 1877.

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE,

TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Mardi 11 septembre 1877.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 1 heure un quart.

M. le Président exprime sa satisfaction de pouvoir recevoir pour la première fois le Comité dans le local du Bureau international des poids et mesures.

Il constate que, neuf membres étant présents, le Comité est en nombre pour délibérer valablement.

Il prie M. le Secrétaire de dépouiller la correspondance.

Le Secrétaire résume une lettre qu'il vient de recevoir de M. Hilgard, qui regrette de ne pouvoir prendre part aux séances du Comité, d'abord pour des raisons personnelles,

DUP EXCH 18 MCH 1905

ensuite par égard à cette situation que la ratification de la Convention du mètre n'a pas encore été échangée par les États-Unis.

M. Hilgard du reste, toutes informations prises, est fondé à croire que cette ratification aura lieu dans la session extraordinaire du Congrès au mois d'octobre. En ce cas, la contribution des États-Unis serait versée avant la fin de l'année.

Enfin M. Hilgard fait savoir que, ayant l'intention de passer au moins six mois de l'année prochaine en Europe, il espère pouvoir vouer une partie de ce temps à des travaux de notre établissement international.

M. Broch a informé M. le Président qu'il ne pourra arriver que dans la matinée du 12 septembre.

Le Secrétaire lit ensuite la lettre par laquelle M. Govi a donné sa démission de Directeur du Bureau international, ainsi que les membres du Comité en ont été informés par la dernière circulaire.

Voici cette lettre :

A M. le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures.

Rome, ce 7 juin 1877.

Monsieur le Président,

Le congé que je vous ai demandé, et que vous avez eu la bonté de m'accorder, n'avait d'autre objet que de me permettre une course à Rome, pour tâcher d'y obtenir de mon Gouvernement une réponse définitive à la demande que je lui avais adressée dès l'année 1875, relativement au maintien de mes droits à la pension, malgré mon passage des fonctions de professeur dans une Université italienne à celles de Directeur du Bureau international des poids et mesures.

Lors de ma nomination définitive par le Comité, le 29 avril 1876, j'avais adressé un télégramme au Ministre de l'Instruction publique du royaume d'Italie, M. le commandeur Michel Coppino, pour lui deman-

der si je pouvais accepter sans préjudice de mes droits acquis par vingt ans de services. La réponse du Ministre avait été d'accepter et de lui demander immédiatement un congé.

Je ne manquai pas de demander le congé, non sans insister de nouveau sur la nécessité pour moi d'obtenir une solution favorable relativement à la pension, sans quoi j'eusse été obligé de renoncer à la Direction du Bureau. Depuis lors, cette affaire était restée en suspens, et tout me faisait comprendre que, sans ma présence à Rome, il aurait été difficile d'en obtenir la solution.

Je me suis donc rendu ici le 20 mai, et j'y ai commencé immédiatement des démarches auprès du Ministère, et, à la suite d'explications et d'objections soulevées et discutées, pendant quelques jours, Son Exc. le Ministre de l'Instruction publique m'a envoyé finalement le 5 juin la réponse ci-jointe, qui m'enlève tout espoir relativement à la conservation de mes droits à la pension de retraite.

En présence de cette décision irrévocable, je me vois donc forcé, Monsieur le Président, de déposer immédiatement entre vos mains les pouvoirs que le Comité international des poids et mesures m'avait fait l'honneur de me confier.

Comme le Règlement du Bureau (article 1, p. 60) veut que le Directeur ne puisse se retirer que six mois après avoir donné sa démission, je me déclare tout disposé à garder mes hautes fonctions jusqu'à la fin de l'année courante 1877, ce à quoi mon Gouvernement veut bien consentir. Je vous serais cependant fort obligé, et notre institution internationale y trouverait son compte, si vous vouliez bien provoquer au plus tôt la nomination du nouveau Directeur, qui pourrait ainsi entrer en fonctions juste au moment où la livraison des bâtiments et l'arrivée des instruments commandés vont exiger les soins les plus assidus de la part du Bureau, pour son installation et pour la discussion et la fixation des principes d'après lesquels les travaux devront être bientôt commencés et poursuivis à l'avenir.

Les regrets que j'éprouve en ce moment ne me sont adoucis que par la pensée d'avoir déjà vu s'élever et s'achever nos bâtiments et les principaux instruments de mesure, dont l'installation va bientôt être faite. La période des luttes pénibles et des tâtonnements traversée, le Bureau entre dans la pleine possession de ses moyens, et je serai toujours heureux et fier de voir marcher dans sa force une institution dont j'aurai eu l'honneur de veiller le berceau et de guider les premiers pas.

En ma qualité de membre du Comité international des poids et mesures, je demeurerai d'ailleurs toujours attaché au Bureau, qui

pourra compter en toute occurrence sur ma coopération, et dont la prospérité me sera toujours chère.

Veuillez, Monsieur le Président, croire à mes sentiments les plus dévoués et agréer en même temps l'expression de toute ma reconnaissance pour les hautes fonctions dont le Comité m'avait honoré, et auxquelles des circonstances impérieuses m'obligent à présent de renoncer.

Le Directeur du Bureau international
des poids et mesures,

Signé : GILBERT GOVI.

M. GOVI explique par quelques paroles l'intérêt qu'il y a pour lui de pouvoir se rendre au plus tôt en Italie pour y commencer ses nouvelles fonctions.

M. le PRÉSIDENT croit que le Comité peut satisfaire au désir exprimé par M. Govi d'être relevé de ses fonctions avant le terme réglementaire, attendu que M. le Dr Pernet pourra au besoin être chargé des fonctions de Directeur par intérim. Il propose donc d'accepter pour le 1er octobre prochain la démission offerte par M. Govi, en le remerciant des services rendus.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Le SECRÉTAIRE donne lecture d'une lettre de M. le Ministre des Affaires étrangères, accompagnée de l'ampliation du décret par lequel la Section française de la Commission internationale du mètre a été réorganisée (1).

M. le PRÉSIDENT expose que la Sous-Commission qui a été chargée d'analyser les échantillons des règles des prototypes, ayant eu besoin du concours actif de M. Deville, le Bureau du Comité a prié notre savant collègue français de

---

(1) *Voir* ces documents dans le *Rapport aux Gouvernements*, annexé à ces *Procès-Verbaux*, chapitre III.

vouloir bien faire partie de cette Commission, en lui adressant la lettre suivante :

Madrid et Neuchâtel, le 31 mars 1877.

Monsieur H. Sainte-Claire Deville, de l'Institut, Membre de la Section française de la Commission internationale du mètre, à Paris.

MONSIEUR ET TRÈS-HONORÉ COLLÈGUE,

Le Comité international des poids et mesures, après avoir pris connaissance de vos analyses de l'alliage employé à la confection des règles et cylindres destinés à devenir les prototypes des mètres et des kilogrammes internationaux, a prié le Gouvernement français d'inviter la Section française à remettre au Comité deux règles dans leur état actuel, ainsi que des échantillons de l'alliage, pour pouvoir les analyser et en examiner la densité.

Le Gouvernement, satisfaisant à la demande du Comité, a invité la Section française à remettre les deux règles et les échantillons à M. le Directeur du Bureau international. En même temps, il nous a offert les laboratoires de la Monnaie à Paris, pour y exécuter les expériences nécessaires, auxquelles les membres de la Section française seraient appelés à prendre part.

Jusqu'ici le Bureau du Comité n'a point reçu notification de la remise des règles et échantillons; il a toutefois désigné, pour entreprendre ces recherches, trois de ses membres, MM. Stas, Broch et Govi, qui ont accepté cette mission, et qui espèrent pouvoir commencer leurs travaux prochainement.

Dès que la remise des règles et échantillons aura eu lieu, le Bureau du Comité s'empressera d'inviter les membres de la Section française à assister aux travaux des délégués du Comité.

La Section française comprendra sans doute, tout aussi bien que le Comité international, que, dans une question de chimie des métaux platiniques, votre concours actif, Monsieur et très-honoré Collègue, est indispensable. En effet, la détermination de la composition exacte de l'alliage ne peut être faite que par vos méthodes, que vous avez pratiquées déjà avec tant de succès et dont vous connaissez naturellement le mieux tous les détails.

La Section française vous déléguera, nous l'espérons du moins, avec quelques autres de ses membres, pour prendre part aux travaux des délégués du Comité international. Nous avons l'honneur de vous prier d'accepter cette délégation et, le cas échéant, de vouloir bien être le délégué du Comité international.

Votre dévouement bien connu à l'œuvre commune nous est un sûr garant que nous pouvons compter sur vous pour cette difficile et délicate mission.

Veuillez agréer, Monsieur et très-honoré Collègue, l'assurance de notre haute considération.

Le Président,

Signé : Gal Ibañez.

Le Secrétaire,

Signé : Ad. Hirsch.

M. le Président prie M. Stas de renseigner le Comité sur les résultats des études auxquelles la Sous-Commission s'est livrée.

M. Stas déclare être à la disposition du Comité pour lui rendre compte, dans la séance du jour que le Président voudra fixer, des travaux que la Commission a exécutés sur les échantillons et règles fournis par la Section française. Mais, dès à présent, il est en état de donner quelques renseignements importants sur les types du platine et de l'iridium pur et du platine iridié que le Comité l'a chargé de préparer en commun avec M. Broch.

On a travaillé à ces types indépendamment à Paris, où MM. Deville et Debray ont préparé les métaux purs, à Londres, dans les ateliers de M. Matthey, à Bruxelles, où M. Stas lui-même a préparé et a étudié les métaux purs, et à Paris, où MM. Deville et Stas ont confectionné leur alliage légal à 10 pour 100 d'iridium.

M. Stas montre des échantillons des métaux et de l'alliage produits ainsi indépendamment par plusieurs chimistes. Tous ces échantillons ont été ensuite examinés par la Commission au point de vue de leur pureté et de leurs qualités physiques.

Pour le platine pur, la Commission a trouvé par de nombreuses et concordantes pesées le poids spécifique à zéro = 21,46, la valeur indiquée par M. Matthey étant de 21,463. Mais cette valeur ne peut être considérée que comme un minimum, attendu que tous les échantillons du platine

examiné contenaient encore plusieurs bulles, ce dont on peut se convaincre en portant le métal à une température de 1400 à 1500 degrés, où il devient translucide.

M. Broch a calculé que la densité du platine complétement dépourvu de bulles devrait aller au chiffre de 21,49.

Grâce aux méthodes perfectionnées de M. Deville, l'iridium peut être obtenu aujourd'hui par l'industrie en état de parfaite pureté. La détermination de son poids spécifique rencontre des difficultés spéciales, par suite de l'état spongieux de ce métal. Il faut le concasser en parcelles très-ténues et l'on arrive alors au poids spécifique de 22,38 à zéro degré. Mais M. Stas envisage cette valeur, qui est identique à celle publiée par MM. Deville et Debray il y a deux ans, également comme un minimum, parce que, même à l'état pulvérisé, il doit encore contenir des bulles de dimensions minimes.

On a ensuite allié le platine pur, produit par M. Stas, à 10 pour 100 de l'iridium pur, préparé par MM. Deville et Stas, et l'on a produit ainsi par synthèse le type du platine iridié légal. L'analyse que l'on a faite de cet alliage a prouvé que la proportion voulue des deux métaux a été réalisée par la synthèse avec une exactitude de 6 dix-millièmes. Son poids spécifique a été déterminé à quatre reprises, après avoir chassé autant que possible toutes les bulles. Ces déterminations ont donné la densité de 21,50 à zéro degré. Après l'avoir frappé au balancier, on a obtenu 21,55.

Lorsqu'on l'a chauffé pour le rendre translucide, on s'est convaincu qu'il était encore très-légèrement bulleux, de sorte qu'ici encore la valeur de 21,55 ne peut être tenue que pour un minimum qui, en l'absence de toute bulle, devrait être porté probablement à 21,57.

Enfin la Commission a soumis cet alliage type à de nombreuses expériences qui ont prouvé qu'il est absolument inaltérable dans l'air et dans l'eau aux plus hautes températures. Il est très-rigide et susceptible du plus beau poli.

M. le Président remercie M. Stas de son intéressante communication. Il considère comme tellement important le poids

spécifique de 21,55 au minimum pour le platine iridié à 10 pour 100 pur, qu'il croit du devoir du Comité de porter ce résultat à la connaissance de la Section française.

M. Morin remercie le Président de son intention de communiquer ces intéressantes recherches à la Section française. Il se demande toutefois s'il ne serait pas utile de déterminer également le coefficient de dilatation de ces types.

M. Govi désire d'abord constater que son départ de Paris l'a empêché de prendre une part active aux travaux de la Commission. Quant aux déterminations de dilatation, il a commandé, depuis longtemps, à M. Laurent un appareil Fizeau, pour lequel le trépied platiné a été fourni par M. Matthey. Cet appareil sera prochainement achevé, et l'on pourra alors faire les déterminations de dilatation.

M. Hirsch pense également qu'il est convenable d'annoncer à la Section française la réunion du Comité international, et il ne doute pas que la Section française ne prenne en sérieuse considération le fait, constaté désormais par les consciencieux travaux de nos collègues, que l'alliage au titre droit des métaux purs possède à zéro degré une densité minima de 21,55.

M. Morin conteste que la Commission internationale du mètre ait décidé que les prototypes doivent être faits en platine iridié pur. Du reste il ne s'oppose nullement à la proposition du Président.

La proposition est adoptée à l'unanimité et le Bureau est chargé de faire cette communication à la Section française.

M. Hirsch expose, au nom de la Commission chargée l'année dernière de diriger les constructions, la marche qu'elle a suivie pour arriver à élaborer, avec l'architecte, les plans et devis définitifs.

En réservant les détails pour le Rapport général que le Comité doit adresser aux Gouvernements contractants, M. Hirsch se borne aujourd'hui à signaler les difficultés qui se sont rencontrées dans les négociations du contrat à for-

fait que la Commission a conclu avec l'architecte. Il était surtout difficile de délimiter la part qui revenait dans les constructions à l'architecte, et celle qu'il fallait réserver aux ingénieurs chargés des appareils de chauffage, de refroidissement et de ventilation. Il donne lecture du contrat passé avec l'architecte, contrat qu'il dépose sur le bureau (1), ainsi que les plans et devis sur lesquels il est basé.

Pour expliquer les retards que subit l'achèvement des bâtiments, il donne lecture du Rapport suivant, que M. Bouchot a adressé au Président :

Paris, le 6 septembre 1877.

Rapport à M. le Président du Comité international des poids et mesures sur les travaux du Pavillon, du bâtiment des communs et de l'Observatoire de Breteuil.

Les travaux entrepris à Breteuil auraient été terminés à la date convenue, si certaines circonstances indépendantes de notre volonté n'étaient survenues. Nous devons signaler, dès le début des travaux, des ouvrages de terrassement tout à fait exceptionnels, et qui n'ont pas permis de commencer les travaux de maçonnerie aussi promptement que l'on aurait pu le faire.

Toutefois le temps perdu aurait été rattrapé et le bâtiment de l'Observatoire serait terminé (nous ne parlons pas de ceux du Pavillon et des communs qui sont achevés), si d'une part les maçonneries avaient pu sécher pendant un hiver, toujours pluvieux, sans gelée aucune, et par conséquent sans dégel ; si, d'une autre part, les détails des monolithes avaient été remis en temps utile, si enfin tout le travail relatif au chauffage et au refroidissement des diverses salles de l'Observatoire avait été entrepris dans des conditions telles, que l'on ait pu suivre les travaux d'une façon toute régulière.

Nous n'insisterons pas sur ce dernier point, nous réservant, s'il y a lieu, de produire les documents nécessaires qui prouveront surabondamment la vérité de nos assertions.

Aujourd'hui la situation est ainsi établie : le Pavillon de Breteuil est terminé, sauf certains travaux de l'appartement du Directeur, et cela

---

(1) *Voir* ce contrat dans le *Rapport aux Gouvernements*, annexé à ces *Procès-Verbaux*, chapitre I.

ne dépend pas de notre volonté. Le bâtiment des communs est terminé. Seul le bâtiment de l'Observatoire n'est pas achevé : cependant deux salles pourraient être immédiatement livrées, et nous devons faire remarquer qu'à notre dernière visite, le 5 septembre, la maçonnerie de l'un des monolithes de la salle n° 9 des comparateurs universels n'était pas achevée.

Trois salles attendent encore le doublage en zinc des murs ; mais, à propos de ce dernier travail, nous devons faire remarquer qu'il faut avoir recours à des ouvriers spéciaux, et que l'on ne peut les multiplier.

Les travaux de peinture restant à faire pourraient être terminés en un mois. En résumé, le bâtiment de l'Observatoire peut être complétement livré avant la fin d'octobre, et l'on pourra s'en convaincre après une visite sur les lieux.

L'architecte du Comité international des poids et mesures,

Signé : Bouchot.

Aussitôt après la conclusion du traité avec l'architecte, le Bureau s'est occupé de la question des appareils destinés à produire et à régler les températures constantes dans les salles d'observation. Il a étudié d'abord la question du moteur, et, après avoir dû écarter les moteurs à eau, par suite de l'insuffisance de la force hydraulique disponible, ainsi que les moteurs à gaz, à cause des trépidations nuisibles produites par ces machines, il s'est arrêté à l'emploi d'une machine à vapeur. Délégué par la Commission, M. Hirsch a étudié avec MM. Raoul Pictet et Cie les plans définitifs de leur projet, et a conclu avec cette maison un contrat (1) dont il donne lecture et qu'il dépose sur le bureau en même temps que les plans de construction. Il expose les causes des retards survenus dans la construction et l'installation de ces appareils, et il fait savoir que les ingénieurs de MM. Pictet et Cie lui ont promis de mettre les appareils en marche pendant la session du Comité.

M. Hirsch a prié M. Bouchot, aussi bien que les ingénieurs,

(1) *Voir* ce contrat dans le *Rapport aux Gouvernements*, annexé à ces *Procès-Verbaux*, chapitre I.

de se tenir aujourd'hui à la disposition du Comité, pour donner toutes les explications que pourra désirer le Comité dans la visite des constructions qu'il propose de faire à la fin de la présente séance.

Avant qu'il soit procédé à cette visite, M. le Président propose de nommer deux Commissions, l'une pour l'examen des comptes, l'autre pour l'examen spécial des constructions. Cette dernière aurait pour mission de constater l'état actuel des constructions et des appareils, et de proposer, s'il y a lieu, les changements nécessaires; car il est bien entendu que la réception définitive des travaux ne pourra avoir lieu qu'après leur complet achèvement.

Ces propositions étant acceptées, M. le Président désigne pour faire partie de la Commission des comptes : MM. Broch, Foerster et Morin; et pour la Commission des constructions : MM. Foerster, Herr, Morin, Wild et Wrede.

M. le Président invite ces Commissions à se constituer immédiatement, à siéger demain et à présenter leurs rapports aussitôt que possible. Afin qu'elles aient le temps de travailler, il fixe la prochaine séance du Comité à jeudi 13 septembre, à 1 heure, dans le local du Cercle de la Librairie, mis de nouveau, avec la dernière complaisance, à la disposition du Comité.

M. le Président a été informé que M. Stas a exécuté les travaux préparatoires qu'il a poursuivis dans le courant de l'hiver à Bruxelles, dans les laboratoires et avec les moyens qui ont été libéralement mis à sa disposition par M. le Ministre de l'Intérieur. Il croit du devoir du Comité de remercier Son Excellence pour cet appui gracieusement accordé à notre collègue pour des travaux intéressant à un si haut point notre œuvre.

Le Comité charge le Bureau d'adresser ses remercîments à M. le Ministre de l'Intérieur à Bruxelles.

La séance est levée à 4 heures et l'on procède à la visite des constructions.

PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE.

Jeudi 13 septembre 1877.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Etaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 1 heure 10 minutes.

Le Secrétaire lit le procès-verbal de la première séance, qui est adopté sans observation.

M. Morin demande à M. Stas de vouloir bien donner encore quelques renseignements sur le poids spécifique des métaux purs pour compléter la Communication qu'il a faite dans la première séance sur la préparation des types.

M. Stas regrette de n'avoir pas sur lui les données numériques détaillées, qui seront du reste publiées plus tard *in extenso*.

M. le Président donne la parole à M. Stas pour lire, au nom de la Sous-Commission chargée de l'examen des règles et des échantillons, le Rapport suivant :

Rapport des travaux exécutés sur le platine iridié employé à la confection des règles; par MM. Broch, Deville, et Stas rapporteur.

Dans l'impossibilité où nous nous trouvons d'entrer dans des détails de l'analyse chimique, nous devons nous borner à donner simplement le résultat.

A. — *Analyses de l'alliage du bout de règle n° 3.* (D = 21,0834, *provenant directement du bloc coulé le* 13 *mai* 1874.)

	I (1).	II (2).	III (4).
Platine	87,670	87,689 (3)	
Iridium	9,384	9,380	
Rhodium	0,520	0,500	0,460
Palladium	0,060	0,060	
Ruthénium	1,442	1,436	1,340
Cuivre	0,160	0,160	0,170
Fer	0,770	0,775	0,778
	100,006	100,000	

B. — *Analyses de l'alliage du bout de règle n° 6, provenant des dernières fontes.* $\left(D^0 = 21{,}013\right.$ *avant le polissage et* $D^0 = 21{,}016$ *après le polissage, qui a réduit le poids de* $\left.\frac{1}{31}.\right)$

	Côté n° 1.		Côté n° 2.	
	I (5).	II (6).	I (5).	II (6).
Platine	87,770	87,694		
Iridium	9,436	9,542		9,330
Rhodium	0,350	0,330		
Palladium	0,110	0,110		
Ruthénium	1,334	1,334	1,330	1,420
Cuivre	0,240	0,240	0,248	0,240
Fer	0,864	0,848		0,805
	100,104	100,098		

(1) Attaque par le plomb.

(2) Attaque directe par l'eau régale; extraction du ruthénium par l'action du chlore sur la solution rendue alcaline par la soude.

(3) Platine déterminé par différence.

(4) Attaque directe par l'eau régale et précipitation par l'acide formique des métaux réductibles; méthode instituée pour rechercher directement le cuivre et le fer.

(5) Attaque par le plomb.

(6) Attaque directe par l'eau régale; extraction du ruthénium par l'action du chlore sur la solution évaporée jusqu'à siccité, résidu repris par l'eau et rendu alcalin par la soude.

Ces analyses ont été exécutées en se servant de plusieurs méthodes, afin de mieux assurer l'exactitude des résultats obtenus; elles prouvent que l'alliage renferme environ *trois* pour *cent* de métaux étrangers, dont *deux* et *demi* pour *cent* sont *volatils* et *oxydables*. Ce résultat se confond entièrement avec celui auquel M. Sainte-Claire Deville est arrivé au mois de novembre 1874 et qui a été contesté, évidemment à tort.

Nous avons constaté, à l'aide de nombreuses pesées hydrostatiques fort concordantes, que les poids spécifiques des deux règles et des quatre bouts de règles, qui nous ont été remis, sont, en moyenne, à zéro, de 21,08. Toutefois, parmi les quatre échantillons, l'un d'eux, provenant du métal refondu, ne possède, à zéro, qu'un poids spécifique de 21,01.

L'existence de cet échantillon démontre incontestablement que l'alliage manque d'homogénéité physique.

Du reste, voici les densités réduites à zéro degré pour l'alliage et à 4 degrés pour l'eau, fournies par nos nombreuses pesées exécutées sur les échantillons et les règles présentés :

1° Soie de la règle n° I.....	21,080
» »	21,081
2° Règle n° I.....	21,078
3° Bout de règle n° II.....	21,082
» »	21,0825
Id. après première fusion.....	21,212
» » deuxième fusion.....	21,303
» » quatrième fusion.....	21,368
» » cinquième fusion.....	21,382
» » frappé au balancier....	21,375
4° Bout de la règle n° III..... .	21,083
5° Règle n° IV.....	21,088
» (avec M. Morin)....	21,090
6° Bout de règle n° V.....	21,0755
7° Bout de règle n° VI.....	21,010
	21,013
	21,014
(avec M. Fizeau)....	21,020
	21,012
Id. poli et après avoir enlevé $\frac{1}{31}$ du poids.....	21,016

Par contre nous donnons ici la série des déterminations que nous

avons faites pour le poids spécifique du platine iridié pur au titre droit :

Première fusion (bulles).....	21,4665
Deuxième fusion »	21,456
Troisième fusion »	21,528
Première frappe »	21,5515
Deuxième frappe »	21,539
Recuit une fois et frappé (bulles).....	21,546
Recuit une deuxième fois et frappé (bulles).	21,543
Fondu de nouveau.....	21,534
Frappé.....	21,545
Recuit et frappé.....	21,546
Laminé.....	21,540

Voici encore les densités du platine iridié pur préparé par MM. Deville et Debray en 1875 :

Fondu et frappé.....	21,528
Frappé de nouveau.....	21,546
Recuit et frappé.....	21,528

Enfin pour la règle géodésique de M. Matthey :

21,506

Par conséquent le platine iridié *pur* au titre droit de 10 pour 100 d'iridium, tel que MM. Sainte-Claire Deville et Stas sont parvenus à le produire, possède un poids spécifique de 21,55, valeur qu'il faut envisager comme un minimum, attendu que tous les échantillons, sans exception, montraient la présence de bulles; en d'autres termes, un décimètre cube de platine iridié pur pèse $21^{kg},55$, tandis que le même volume de l'alliage du mètre ne pèse que $21^{kg},08$; un litre de l'alliage employé à la confection des règles pèse donc *cinq cents* grammes de *moins* que l'alliage *type*. Ce défaut de poids prouve à la fois que les analyses chimiques sont exactes et que la diminution observée est sensiblement en rapport avec le poids des métaux étrangers légers que l'analyse y constate. En effet, d'après l'analyse, on trouve, sur 100 centimètres de longueur, de *cinq* à *six* centimètres de métaux étrangers dans l'alliage du mètre.

Les résultats de l'analyse permettent de prévoir quel doit être le degré d'altérabilité ou d'inaltérabilité de l'alliage placé dans des conditions données.

Voici, à ce sujet, ce que nos observations répétées nous ont appris : Après avoir été lavé à l'alcool et traité par de l'acide chlorhydrique dilué bouillant, pour enlever le fer superficiel, et lavé à l'eau, l'alliage du grand lingot et l'alliage refondu, chauffés au rouge sombre, *noircissent*.

Portés à la température de la fusion de l'argent, ils s'entourent d'une très-légère fumée noire, qui se fixe sur la chaux pure en la colorant en noir lorsqu'on se sert de celle-ci comme support. Dans ce cas, l'alliage prend une légère teinte d'hématite, perd son poli et devient plus ou moins rugueux.

L'acide chlorhydrique, en dissolvant ce léger enduit rouge brunâtre, se charge de fer et rend à l'alliage son brillant primitif. En répétant à des températures croissantes l'action de la chaleur seule, on constate qu'après un quatrième traitement la surface de l'alliage se couvre encore d'une très-légère teinte d'oxyde de fer.

En soumettant l'échantillon (coté n° 5) à une température supérieure à celle à laquelle l'oxyde de fer rouge se transforme en oxyde noir bleuâtre, nous avons reconnu, par la production et la distribution de cet oxyde, que le fer contenu dans cet échantillon s'y trouve à la fois à l'état combiné et à l'état libre, simplement incorporé à l'alliage par les actions mécaniques auxquelles les règles ont été soumises lors de leur étirage. Cet échantillon, qui est conservé intact, démontre incontestablement que l'alliage n'est pas homogène de composition dans toute sa masse, et qu'une partie du fer existant dans l'alliage y a été introduite mécaniquement.

Fondu dans un creuset de chaux blanche et pure, en ayant soin de maintenir constamment l'atmosphère oxydante, l'alliage des règles dégage abondamment des fumées à odeur d'ozone, caractéristiques de l'oxydation du ruthénium. Ces fumées, en s'échappant, noircissent les bords des creusets et, même de loin, la porcelaine blanche qu'on y expose. Elles se composent presque exclusivement d'oxyde de ruthénium, entraînant avec lui des traces d'oxyde noir de fer.

En même temps que les bords extérieurs du creuset de chaux se couvrent d'un dépôt noir, ses parois sont noircies et corrodées par l'oxyde de fer résultant de l'oxydation de ce métal contenu dans l'alliage du mètre et par la production du ferrite de chaux qui en est la conséquence. En opérant sur 200 grammes environ d'alliage, la corrosion des parois en contact avec le métal s'effectue à une profondeur d'un demi à trois quarts de centimètre à la première fonte et va en diminuant au fur et à mesure qu'on les répète, pour disparaître complétement après la cinquième fonte. Les parties du creuset de chaux corrodées ren-

ferment une quantité *considérable* de fer, une petite quantité de cuivre et du platine, de l'iridium et des traces de rhodium.

Du platine iridié pur ne présente rien de pareil. Il reste inaltéré aux températures les plus élevées qu'on peut produire sans se fondre, et il fond dans une atmosphère oxydante, sans produire des fumées odorantes et susceptibles de colorer la porcelaine en noir. Les parois du creuset ne sont nullement corrodées; on constate seulement, au point de contact de l'alliage avec la chaux, quelques points bleuâtres, dus sans doute à la condensation de la vapeur d'iridium et peut-être même du platine qui se produit à ces températures excessives.

C'est à M. Deville qu'appartient la première constatation de la destruction *partielle* de l'alliage des règles, lorsqu'on le maintient en fusion dans une atmosphère oxydante. Ce fait ayant été mis en doute, je dirai même nié, nous avons pris toutes les mesures nécessaires pour nous assurer de sa réalité; c'était indispensable; en effet, à lui seul, il prouve, sans contestation possible, que l'alliage, *résultat du hasard*, ne peut pas être reproduit à volonté dans sa composition actuelle, puisqu'il se détruit partiellement pendant sa préparation. Pour ce motif nous avons répété successivement l'expérience, en présence de M. Peligot et de M. Fremy, l'un des savants français les plus compétents dans cette matière. Nous en avons également rendu témoin M. Dumoustier de Frédilly, qui en a reconnu la parfaite exactitude. Afin de nous convaincre de l'influence des refontes successives sur les déperditions du métal et sur son poids spécifique, nous avons institué une expérience en employant à cet effet le bout de règle n° 2 provenant directement du grand lingot de 250 kilogrammes, et nous avons constaté qu'en soumettant l'alliage à cinq refontes successives le poids spécifique s'est élevé de 21,082 à 21,382.

En effet, l'alliage qui avait primitivement à zéro une densité de..... 21,082

a présenté :

Après la première fusion, une densité de.....	21,212
Après la deuxième fusion, une densité de.....	21,304
Après la quatrième fusion, une densité de....	21,368
Après la cinquième fusion, une densité de.....	21,382

Les résultats de cette longue et délicate expérience ne peuvent laisser aucun doute dans l'esprit : l'alliage se détruit partiellement par la fusion dans une atmosphère oxydante; il ne saurait donc pas être reproduit à volonté par voie de synthèse. Les métaux légers, oxydables, que le

hasard y a introduits, s'en séparent partiellement par l'oxydation pour être entraînés, le ruthénium à l'état de vapeur d'oxyde, et le fer et le cuivre à l'état d'oxydes fixés par la chaux du creuset.

Enfin la présence du fer libre, plus ou moins superficiel, incorporé mécaniquement dans la masse, communique à certaines parties de l'alliage la propriété de se couvrir de rouille de fer, lorsqu'on le tient pendant une heure et demie dans l'eau bouillante et qu'on abandonne ensuite le tout à lui-même jusqu'au lendemain. Ainsi la règle n° 1, provenant directement du grand lingot, après avoir été décapée à l'acide chlorhydrique et lavée à l'eau pure, s'est couverte d'une couche très-légère, mais bien sensible de rouille, après un séjour d'une heure et demie dans l'eau en ébullition et abandonnée ensuite pendant dix-huit heures à elle-même au sein de l'eau. Cette couche de rouille était à peine adhérente et répartie très-uniformément; nous conservons comme pièce à l'appui le linge qui a servi à enlever la rouille et qui en est resté teint par place. Ce fait observé fortuitement est l'analogue de celui que nous avons indiqué ci-dessus relativement à l'oxydation directe du fer incorporé mécaniquement dans l'échantillon coté n° 5 et provenant de la règle n° 4. Sur *six* échantillons qui nous ont été remis, *deux* ont présenté le fait de l'oxydabilité du fer superficiel à un degré prononcé. Ce sont la règle n° 1 avec sa soie, et le bout de règle n° 5. Le bout de règle n° 3 l'a présenté très-légèrement sur toute sa surface, et la règle polie n° 4 l'a offert à l'un de ses bouts seulement. *Les échantillons n°s 2 et 6 ne l'ont présenté à* AUCUN DEGRÉ, *ce dernier avant ou après avoir été poli.*

L'existence incontestable du fer libre dans certaines parties de l'alliage, et notamment dans celles qui ont été serrées directement contre l'acier lors de l'étirage, lui enlève une garantie absolue de conservation contre l'oxydation. En effet, le doute est permis par le motif qu'en supposant enlevé le fer superficiel libre ou allié, par l'action d'une haute température suivie d'un décapage parfait, il faut, pour pouvoir tracer les traits, polir la surface par enlèvement de substance. Or rien ne garantit que dans ce cas on ne rencontre pas une partie renfermant du fer mécaniquement interposé et sur laquelle le tracé ne soit exposé à se détériorer.

Après avoir exposé la composition de l'alliage des règles et fait ressortir les défauts irrémédiables que les matières étrangères y contenues lui communiquent, nous devons dire ce que la Commission internationale du mètre a voulu que fût la matière du mètre et du kilogramme *types*.

La Sous-Commission qui, en 1872, a été chargée de faire un Rap-

port sur la question 7, « matière en laquelle le mètre international sera construit », a été unanimement d'avis que : « pour assurer la durée en même temps que la précision de notre œuvre, il faut construire notre mètre avec une matière inaltérable à l'*air*, au *feu* et aux agents chimiques qui, par des circonstances même improbables, peuvent entrer en contact avec elle ».

Pour satisfaire à cette condition il faut :

« 1° Une matière inoxydable; il faut qu'elle résiste à la température rouge que les incendies peuvent produire; que, sous cette influence, elle ne puisse ni se recuire, ni se tremper; que, par conséquent, elle ne subisse aucune altération ni dans les dimensions, ni dans la composition. »

Après avoir émis ce principe, la Sous-Commission a proposé l'emploi du platine iridié qui remplit ces conditions et, parmi les considérations qui ont motivé son choix, se trouve la suivante :

« Le platine s'obtient avec la plus grande facilité à l'état de pureté. Il en est de même de l'iridium pour lequel des procédés récemment indiqués ont donné les résultats les plus satisfaisants. Par ces procédés et avec les matières premières qui existent dans le commerce, il pourra être préparé des quantités plus considérables de ces deux métaux que la Commission n'en pourrait utiliser.... »

La Sous-Commission a donc voulu que le platine et l'iridium employés à la confection de l'alliage du mètre fussent PURS.

Dans la séance du 28 septembre 1872, la Commission internationale, sanctionnant les propositions de sa deuxième Sous-Commission, a décidé :

« 1° D'employer, pour la fabrication des mètres, un alliage composé de :

Platine.....	90
Iridium.....	10
	100

avec une tolérance de 2 pour 100 en plus ou en moins. »

En ce qui concerne le kilogramme, la neuvième Sous-Commission a pensé qu' « il faut que la matière de ce type soit inaltérable au même degré que la matière du mètre », et sur sa proposition la Commission internationale a décidé par 32 voix contre 2 : « que la matière du kilogramme international soit la même que celle du mètre international, c'est-à-dire en platine iridié contenant 10 pour 100 d'iridium avec 2 pour 100 de tolérance en plus ou en moins ».

Le texte de cette décision, dans la rédaction de laquelle l'un de nous est personnellement intervenu, implique nécessairement que la tolérance de 2 pour 100 en plus ou en moins se rapporte exclusivement à l'iridium, le reste devant être seulement du platine. Ainsi la composition du platine iridié du mètre et du kilogramme doit être comprise dans les limites extrêmes suivantes :

Iridium.....	12	8
Platine.....	88	92
	100	100

L'interprétation que nous venons de donner du dispositif des décisions de la Commission internationale a été acceptée sans contestation. Les procès-verbaux de la Section française démontrent, d'une manière irrécusable, qu'elle a partagé cette manière de voir. Quelques-uns de ses membres n'ont essayé d'interpréter autrement le sens de ces décisions que lorsque des doutes ont été soulevés au sujet de la composition de l'alliage du lingot de 250 kilogrammes ; ce qui prouve, avec certitude, que, dans l'opinion de la Section française, l'alliage du mètre et du kilogramme types doit se composer *exclusivement* de platine et d'iridium : c'est le contrat qu'elle a conclu avec l'approbation de M. le Ministre avec M. Matthey.

L'article premier de cet acte dispose :

« MM. Matthey et Cie fourniront, au fur et à mesure des demandes de la Commission, au besoin jusqu'à concurrence d'une quantité totale de 250 kilogrammes de platine pur, avec tolérance seulement d'une teneur en iridium qui ne pourra excéder 5 pour 100. Ils fourniront également, suivant les besoins, jusqu'à concurrence de 20 kilogrammes d'iridium à l'état d'éponge contenant au moins 85 pour 100 d'iridium. »

Point de doute, le platine à livrer doit être pur. La tolérance stipulée est seulement admise pour la contenance en iridium. C'est également de l'iridium pur que la Section française entend acheter, payer et restituer au besoin. Le texte des articles 3, 4 et 7 est précis.

L'article 3 dit :

« Le platine sera analysé par les soins de la Commission qui en prononcera la réception. L'éponge d'iridium sera de même analysée par la Commission qui en déterminera la teneur en *métal pur*. »

L'article 4 dispose :

« Le prix du platine pur est fixé à 950 francs par kilogramme ; celui de l'éponge d'iridium à 1000 francs par chaque kilogramme d'iridium pur y contenu. »

Enfin, l'article 7 stipule :

« Toutefois M. le Ministre se réserve la faculté de restituer, jusqu'à concurrence du quart seulement des fournitures faites, soit le platine pur, soit l'iridium pur, soit enfin l'alliage de platine et d'iridium, aux prix fixés pour la fourniture des métaux eux-mêmes, prix diminués toutefois de 5 pour 100 destinés à tenir compte de la moins-value résultant du mélange des métaux alliés. »

Ainsi l'exposé qui précède démontre que la Commission internationale a voulu que la matière du mètre et du kilogramme fût la même et formée de platine et d'iridium à l'exclusion de tous autres métaux étrangers, et de même les clauses du contrat, que nous venons de transcrire, établissent avec certitude que la Section française, chargée de l'exécution de ces décisions, les a interprétées dans le même sens.

CONCLUSIONS.

Il résulte des recherches que nous venons de faire connaître :

1° Que le poids spécifique à zéro (4 degrés pour l'eau) des règles et des échantillons qui nous ont été fournis varie de 21,09 à 21,01, par suite que l'alliage n'est pas homogène ;

2° Que l'alliage de platine et d'iridium purs à $\frac{1}{10}$ d'iridium présente un poids spécifique de 21,55 au *minimum ;*

3° Que l'alliage des règles renferme environ 3 pour 100 de métaux étrangers dont $2\frac{1}{2}$ pour 100 de métaux oxydables et volatils ; que, par suite, la composition de l'alliage n'est pas conforme aux prescriptions de la Commission internationale de 1872 et qu'il ne présente pas les conditions imposées dans l'article premier des dispositions transitoires de la Convention du mètre.

Dr O. Broch. Sainte-Claire Deville.
J.-L. Stas.

M. le Président propose de ne pas entrer pour le moment dans la discussion de l'important Rapport qu'on vient d'entendre; mais de se borner à autoriser M. Stas à le communiquer à M. le Président de la Section française.

M. Morin pense que le travail considérable qui vient d'être lu est trop compliqué et contient trop de faits pour qu'il soit possible de se former à la simple audition une opinion

arrêtée sur les matières qui y sont traitées. Il propose de le faire imprimer en épreuves et de le distribuer aux membres du Comité international et de la Section française.

Dans une question aussi délicate, il est de la dignité du Comité de fournir à chacun les moyens d'étudier de près les données scientifiques dont il s'agit, avant de se prononcer.

M. Hirsch estime que du moment que le Comité communique le Rapport de M. Stas à la Section française, celle-ci est libre de le faire imprimer si elle le juge convenable. D'ailleurs il va sans dire que ce Rapport paraîtra en entier dans le procès-verbal de la présente séance.

M. Foerster dit que ce n'est certes pas la dignité du Comité qui est en cause, et il ajoute qu'il n'est pas nécessaire de livrer à l'impression immédiate un document dont M. le Président propose de renvoyer la discussion à une séance ultérieure. Il sera temps de donner satisfaction au désir de M. Morin pour la séance dans laquelle ce Rapport doit être examiné.

M. le Président est d'avis que les égards que le Comité aime à témoigner à la Section française ne lui permettent pas de livrer ce Rapport à l'impression avant qu'elle en ait pris connaissance.

Mise au voix, la proposition d'autoriser M. Stas à communiquer son Rapport à M. le Président de la Section française est adoptée à l'unanimité.

M. le Président propose de charger une Commission spéciale de s'occuper de la question des instruments. Il désigne pour en faire partie MM. Foerster, Govi, Herr, Hirsch et Wild, et prie ces Messieurs de se réunir samedi matin à 10 heures.

La prochaine séance est fixée au samedi 15 septembre à 1 heure.

La séance est levée à 2 heures trois quarts.

PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE.

Samedi 15 septembre 1877.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient presents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 1 heure un quart.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté sans observation.

M. le Président donne la parole au Directeur du Bureau international pour présenter son Rapport.

Rapport du Directeur du Bureau international des poids et mesures, pour les années 1876-1877.

D'après l'article 19 du Règlement annexé à la Convention du 20 mai 1875, le Directeur du Bureau international des poids et mesures doit adresser chaque année au Comité :

1° Un Rapport financier sur les comptes de l'exercice précédent ;

2° Un Rapport sur l'état du matériel ;

3° Un Rapport général sur les travaux accomplis dans le cours de l'année écoulée.

Les travaux de construction des bâtiments du Bureau et les commandes d'instruments, n'ayant commencé que vers la fin du mois de juillet de l'année 1876, à cause des retards apportés par quelques États à la ratification de la Convention et au versement des parts contributives, il y a lieu de réunir, pour les deux derniers Rapports, les faits qui s'étendent sur les deux années 1876 et 1877, et de les exposer comme appartenant à une seule année d'exercice, tout en maintenant dans le premier Rapport la séparation annuelle pour ce qui regarde les dépenses.

Il faut en cela ne pas perdre de vue que le Bureau vient de traverser et traverse encore une période de préparation, pendant laquelle il lui eût été impossible de suivre rigoureusement les règles qui doivent s'appliquer à son état définitif, car on ne saurait parler du matériel qui n'existe pas encore, ou qui n'est qu'en voie de formation, ni des travaux qu'il n'y a pas eu lieu d'entreprendre, comme on en eût parlé après l'achèvement des constructions et la mise en place des instruments de travail.

Rapport financier.

(*Voir* aux Annexes le *Rapport général du Comité aux Gouvernements*, chapitre *Comptes*).

Rapport sur l'état du matériel.

BATIMENTS.

A la suite du contrat passé avec M. Bouchot, l'architecte, le 23 juillet 1876, les travaux pour la construction des bâtiments destinés au Bureau ont commencé le 25 du même mois, ils se sont continués sans interruption jusqu'ici.

La consolidation de ce qui restait encore debout de l'ancien *Pavillon de Breteuil* et sa transformation et son achèvement d'après les plans approuvés par le Comité ont marché sans trop de difficultés, et peuvent être considérés comme à peu près terminés.

Il n'en a pas été de même du grand bâtiment destiné aux salles d'observation. Après avoir rencontré un faible dépôt d'eau, tout à fait accidentel, dans la couche de sable que devaient traverser les fondations, on atteignit, au commencement du mois d'août 1876, une couche de terre glaise compacte, dont la ténacité rendait le travail extrêmement difficile. C'était cependant dans cette couche qu'il fallait pratiquer le caveau destiné à recevoir et à conserver le mètre prototype et le kilogramme, et le sol de ce caveau devait se trouver à

10 mètres environ de profondeur au-dessous du niveau de l'allée de Saint-Cloud. La rencontre de ce banc de glaise ralentit singulièrement la marche des travaux. On finit néanmoins par atteindre la profondeur voulue; mais alors un autre obstacle vint donner tout à coup de nouvelles inquiétudes.

Au mois de février 1877, le sol du caveau commença à se couvrir d'eau et, quoiqu'on y ait pratiqué un fort revêtement en béton, l'eau n'a pas cessé de s'y maintenir sur une hauteur de quelques centimètres.

Les fondations en meulière paraissent devoir assurer la stabilité de l'édifice. Il n'est vraiment menacé que du côté de la colline qui le touche presque au couchant. Le terrain faiblement agrégé de cette colline était soutenu autrefois par un revêtement de moellons fortement cimentés, qui en assuraient la conservation; mais ce mur, battu en brèche pendant la dernière guerre, n'existe plus que par places et constitue un véritable danger, bien plutôt qu'un moyen de protection pour les édifices avoisinants.

L'achèvement des six salles d'observation et de leurs dépendances a été retardé par la nécessité d'y introduire et d'y établir d'une manière convenable les piliers isolés destinés à supporter les comparateurs et les balances. On n'a pu avoir d'abord que des indications assez incomplètes sur les dimensions et les formes de ces piliers. Comme il fallait cependant prendre à leur égard une détermination quelconque, on finit par se contenter, pour beaucoup d'entre eux, des indications approchées que les constructeurs avaient pu en fournir, quitte à essayer d'y retoucher plus tard (dans les limites du possible) pour les mieux approprier à l'usage auquel ils sont destinés.

Ces piliers en calcaire compacte reposent sur des fondations en meulière; ils sont parfaitement isolés des planchers et ne sauraient être sensiblement ébranlés par les mouvements des opérateurs dans les différentes parties de l'édifice.

De vastes combles, très-accessibles et où l'aération peut être réglée convenablement, permettent d'entretenir une température constante dans les locaux inférieurs, malgré l'action du Soleil ou de l'atmosphère sur la toiture. Il y aura lieu peut-être plus tard de cloisonner ces combles pour mieux localiser les diverses températures dans les salles d'observation.

On peut pénétrer aussi dans l'intervalle réservé entre les planchers des salles et le sol vif dans lequel sont implantés les piliers, mais il aurait mieux valu peut-être que cette partie de l'édifice eût été construite de manière à pouvoir être visitée avec plus de facilité.

Deux petites maisonnettes reliées entre elles et suffisamment éloi-

gnées du bâtiment principal abritent la machine à vapeur et les appareils destinés au chauffage et à la réfrigération des salles d'observation.

Une description détaillée de tous les édifices et des appareils de chauffage et d'aération sera rédigée aussitôt que les uns et les autres auront été achevés et reçus par le Comité.

INSTRUMENTS.

Comparateurs. — Le *comparateur pour les mètres à traits*, dont la construction a été confiée à MM. Brunner, à Paris, est déjà très-avancé, et pourra être tout à fait prêt au moment où la salle destinée à le recevoir sera entièrement terminée.

Le *comparateur pour la mesure des dilatations absolues*, que M. le baron Wrede s'était chargé de faire exécuter à Stockholm, est arrivé à Paris au commencement du mois de juillet 1877 et a été déposé provisoirement dans les ateliers de MM. Brunner, en attendant qu'on puisse l'installer à Breteuil.

Le *comparateur à réflexion pour les mètres à bouts*, d'après le système de Steinheil, a été exécuté par M. Stollenreuther, de Munich. Il est aujourd'hui tout à fait terminé et prêt à être livré.

Le *comparateur universel*, d'après le projet présenté par M. Starke, de Vienne, sera commandé aussitôt qu'on aura pu en avoir le devis.

Quant au *comparateur pour les règles géodésiques*, dont MM. Brunner ont tracé une partie du plan de construction, ce sera au Comité d'en discuter les dispositions avant que l'ordre de l'exécuter puisse être donné aux constructeurs.

Balances. — Le Comité ayant décidé, dans la séance du 8 mai 1876, que le Bureau serait pourvu de deux séries de balances de la portée de 1 kilogramme, de 200 grammes, de 50 grammes et de 2 grammes, M. Herr a bien voulu se charger de faire exécuter, par M. Rupprecht, la première des deux séries, composée de quatre balances munies d'un appareil destiné à échanger les poids entre les plateaux sans ouvrir la cage. Ces balances sont en voie de construction. Des quatre autres balances sans l'appareil pour échanger les poids, il n'en a encore été exécuté qu'une seule par M. Sacré, de Bruxelles. Elle peut peser 500 grammes et accuse le dixième de milligramme. Cette balance a été déposée provisoirement à l'École Normale.

La *balance pour exécuter les pesées dans le vide* a été demandée à M. Bunge, de Hambourg, qui doit la construire sous la direction de M. Foerster.

Le Bureau est déjà en possession de la *balance hydrostatique*, exécutée par M. Sacré, de Bruxelles. Elle a été déposée provisoirement à l'École Normale avec l'autre balance du même constructeur.

Poids. — Les seize *poids en quartz*, allant de 400 grammes à $0^{gr},1$, sont en voie d'exécution. M. Laurent, qui en a été chargé, se croit en mesure de les livrer sous peu de temps, et il les aurait déjà terminés, sans une petite difficulté relative à la pièce de 400 grammes qu'il lui a fallu refaire plusieurs fois à cause des défauts présentés par le quartz.

Les *poids en platine iridié* seront commandés sans retard à M. Œrtling, après nous être assurés d'obtenir de M. Matthey l'alliage au titre droit de platine et d'iridium, absolument pur de métaux étrangers.

Instruments auxiliaires. — L'exécution du *cathétomètre*, du *baromètre* et du *manomètre*, qu'on avait demandés d'abord à MM. Brunner, a dû être confiée, par M. Wild, à la Société pour la construction des instruments de Physique à Genève, MM. Brunner ayant fait savoir qu'il leur était impossible de s'en charger.

Thermomètres étalons. — Deux des huit *thermomètres étalons* ont été déjà exécutés par M. Baudin sur la demande de MM. Stas et Govi.

Thermomètres ordinaires allant de zéro a 50 degrés. — Dix de ces *thermomètres* ont été aussi demandés à M. Baudin qui ne les fera pas longtemps attendre.

Règles et échantillons en platine et iridium purs et en platine iridié pur. — Dans la séance du 8 mai 1876, le Comité ayant décidé qu'il serait préparé du *platine pur*, de l'*iridium* et des *alliages à* 5, 10 *et* 15 *pour* 100 *d'iridium et de platine purs*, il fut convenu dans la séance suivante (12 mai) que chaque échantillon des métaux purs et alliés aurait la forme prismatique et le poids de 200 à 250 grammes. On demanda, en outre, de préparer *deux règles au titre droit* (10 pour 100 d'iridium-platine) *en platine et iridium purs*, dont une prismatique et l'autre ayant la forme adoptée par la Commission internationale du mètre en 1872.

M. Stas, qui s'était chargé de la confection de ces échantillons et de ces règles avec le concours de M. Matthey, a déjà obtenu les métaux absolument purs et s'occupe actuellement de leur transformation en petits prismes et en règles.

Appareil de M. Fizeau pour la mesure de la dilatation. — Enfin, dans la même séance du 12 mai 1876, M. Govi fut chargé de commander à M. Laurent, à Paris, un *appareil de M. Fizeau pour la*

mesure des dilatations. Cet appareil, dont le trépied en platine iridié au titre droit a été fourni par M. Matthey, est en voie de construction et ne tardera guère à être livré au Bureau.

Rapport sur les travaux accomplis.

La construction des bâtiments d'habitation et d'observation et la commande des instruments ont été les véritables travaux exécutés pendant l'année 1876-1877. Le Bureau a eu cependant à faire encore quelques recherches touchant la propagation des ébranlements dans le sol et l'éclairage des salles d'observation, qu'il n'est peut-être pas inutile de faire connaître.

Expérience sur l'ébranlement du sol. — A la fin du mois de juillet 1876, le Bureau eut connaissance de la concession faite par le Gouvernement français à la Compagnie de l'Ouest d'une ligne de chemin de fer allant du pont de l'Alma, par les Moulineaux, à Courbevoie, en longeant la rive gauche de la Seine jusqu'à Saint-Cloud. Cette ligne destinée surtout à des trains de marchandises devait passer au pied de la colline sur laquelle est situé le Bureau international; et comme la distance horizontale entre le lieu occupé par les salles du Bureau et le Chemin de fer projeté ne dépassait pas 250 mètres, il y avait lieu de craindre que le mouvement des trains n'y rendît impossible l'emploi du bain de mercure et des balances de précision.

Le Directeur du Bureau fut donc chargé, par le Président du Comité, d'exécuter quelques expériences dans des endroits convenables, afin de pouvoir déterminer la distance à laquelle pouvaient se faire sentir encore les ébranlements du sol produits par le passage des trains.

Il est évident qu'il eût été à peu près impossible de trouver un endroit quelconque à proximité d'un chemin de fer, où les conditions de nature du terrain, d'altitude, de proximité de la rivière, eussent été absolument identiques à celles qui se rencontrent au Pavillon de Breteuil. Mais on pouvait chercher à s'en rapprocher, tout en tenant compte des différences inévitables.

Les premiers essais furent faits sur les terrains qui bordent le chemin de fer de la rive gauche entre Meudon et Sèvres, mais des causes incessantes d'ébranlement, autres que le passage des trains, ne permirent pas d'en tirer des conséquences à l'abri de toute contestation. Il fallut donc chercher une station plus convenable, où le mouvement des voitures, des chariots, de la cavalerie, etc., fussent moins à craindre, et, après bien des tâtonnements infructueux, on finit par s'arrêter dans cette partie du parc de Saint-Cloud, qui n'est pas ouverte au public,

que traverse le chemin de fer de la rive droite. Là il n'y avait à redouter ni voitures, ni cavalerie, de sorte que les effets du passage des trains pouvaient y être étudiés en toute tranquillité.

La nature du terrain cependant n'y était pas tout à fait la même qu'au Pavillon de Breteuil et le chemin de fer y passait presque de niveau, ce qui devait produire sans doute quelques différences dans les résultats. On se décida, malgré cela, à procéder dans cet endroit aux expériences définitives, attendu qu'il eût été extrêmement difficile de rencontrer ailleurs des conditions plus favorables.

L'emploi d'un bain de mercure, sur lequel on devait observer la réflexion de l'image des fils situés dans le plan focal de l'oculaire d'un microscope grossissant de quarante à cinquante fois, fut choisi comme étant le meilleur moyen pour constater les moindres ébranlements du sol. Le bain de mercure et le microscope étaient placés directement sur le sol ou sur quelque banc de pierre communiquant largement avec le sol.

On a fait ainsi un assez grand nombre d'observations dans la partie réservée du parc de Saint-Cloud, en se plaçant successivement à des distances de 100, 200, 300, 400 et 600 mètres de la ligne du Chemin de fer de Versailles (rive droite).

A 100 mètres, le trouble de l'image commençait lorsque le train en mouvement était encore assez éloigné et rien n'était plus visible au moment du passage. Les résultats n'étaient guère meilleurs à 200 mètres. De 300 à 400 mètres, l'agitation, quoique moins marquée, ne laissait cependant pas de ternir encore assez fortement l'image, surtout quand les trains étaient lourds et que la marche en était saccadée. A 500 mètres, le trouble était extrêmement léger et ne durait que fort peu. A 600 mètres, rien n'annonçait plus sensiblement l'approche ni le passage du convoi.

On peut donc admettre, d'après ces expériences, que, dans les conditions où elles ont été exécutées, les trépidations nuisibles dues au passage des trains ne se font guère sentir à 500 ou 600 mètres de distance.

Mais de ce que les choses se sont passées ainsi dans la partie réservée du parc de Saint-Cloud, il n'est pas permis d'inférer qu'au Pavillon de Breteuil elles suivront tout à fait la même loi. Le parc réservé et le chemin de la rive droite sont à peu près de niveau et reposent tous les deux sur la même couche de calcaire, ce qui doit faciliter la transmission des ébranlements. Au Pavillon de Breteuil, situé à 40 mètres environ au-dessus du niveau de la Seine, les bâtiments du Bureau s'élèvent sur une forte couche de glaise compacte et de sable qui ne

se prolonge pas jusqu'au fleuve où vient affleurer la craie, inférieure au sable et à la glaise. Il n'y a donc pas continuité de terrain de l'endroit par où doit passer le chemin de fer à celui où les instruments du Bureau vont être installés. Ceux-ci se trouveront d'ailleurs à une assez grande hauteur au-dessus de la voie, ce qui peut contribuer également à diminuer les chances d'ébranlement nuisible.

Il serait toutefois peu prudent de se croire pour cela à l'abri des trépidations du sol et l'on ne doit subir que sous toutes réserves le passage d'un chemin de fer à 250 mètres de distance horizontale d'un établissement qui, aux termes mêmes de la Convention, doit *présenter toutes les garanties nécessaires de tranquillité et de stabilité.*

Expériences sur l'éclairage des salles. — Avant que les salles d'observations n'eussent été parquetées et revêtues de zinc, on désira s'assurer que leur éclairage pouvait suffire à toutes les observations. L'architecte fut donc prié de faire blanchir à la chaux les parois en briques de l'une des salles et d'y établir un parquet provisoire pour y pouvoir essayer l'emploi des microscopes.

Le jour choisi pour les expériences, il pleuvait à verse et le ciel envoyait sur le bâtiment une lumière grise et terne extrêmement défavorable. Ces conditions étaient les meilleures pour reconnaître si l'éclairage des salles pouvait suffire aux observations les plus délicates.

Une plaque de platine sur laquelle avaient été tracés des traits de cinq *microns* environ de largeur fut placée sous une couche de glycérine de 2 à 3 centimètres d'épaisseur. Cette plaque, fixée sous un microscope de comparateur à 5 ou 6 centimètres de son objectif, se trouva être suffisamment éclairée dans toutes les parties de la salle jusqu'à $1^{m},50$ environ de la paroi la moins rapprochée de la lanterne. Il était d'ailleurs très-facile d'augmenter l'éclairage en un endroit quelconque par le moyen d'un miroir plan situé sous la lanterne et convenablement incliné.

Il paraît donc suffisamment démontré que l'éclairage actuel des salles n'a pas besoin d'être augmenté, d'autant plus que, par l'emploi de quelques parois diffusives placées entre la lanterne du toit et le vitrage inférieur, on peut accroître notablement la quantité de lumière envoyée dans la salle.

C'est encore à l'obligeance de MM. Brunner que nous sommes redevables d'avoir pu exécuter ces recherches, aussi bien que celles qui avaient pour objet la détermination du rayon d'ébranlement.

Le Directeur du Bureau international des poids et mesures,

Signé : Gilbert Govi.

M. Stas tient à donner quelques renseignements sur l'état actuel de la construction des types dont il est question dans le Rapport de M. le Directeur. Il vient de recevoir une lettre de M. Matthey, qui est prêt à fabriquer immédiatement, avec les métaux purs qui ont été mis sous les yeux du Comité, la règle prismatique qu'on lui a demandée. Par contre M. Matthey déclare qu'il ne pourrait exécuter la règle type en forme de X par voie d'étirage sans y introduire du fer. Il doute également qu'il soit possible d'obtenir cette forme par voie de rabotage sans s'exposer au même danger.

La question du polissage et du tracé a également préoccupé beaucoup M. Stas. Afin de s'éclairer sur ce point important, il a cru devoir s'adresser à des hommes compétents dans cette spécialité. Il a donc confié un échantillon de platine iridié pur à MM. Brunner frères pour qu'ils fassent l'essai de ces opérations. Ces messieurs viennent de lui renvoyer ce morceau de platine iridié, poli et muni d'un réseau de traits d'une grande finesse, et qui, examinés au microscope, montrent une pureté parfaite. Il est heureux de pouvoir le mettre sous les yeux du Comité. Ce morceau de métal a été poli comme on polit les cercles d'instruments astronomiques, c'est-à-dire au charbon. MM. Brunner déclarent cette opération du polissage au charbon très-facile avec notre métal, et ils affirment que cet alliage permettrait même de tracer les traits les plus fins, comme ceux qu'on fait pour les réseaux au $\frac{1}{100}$ de millimètre.

M. Stas ajoute enfin qu'il se propose de ne donner à M. Matthey la commande définitive des types qu'après avoir analysé le lingot destiné à leur construction et après l'avoir reconnu complétement pur et au titre droit.

Ayant donné tous ces renseignements, M. Stas désire demander au Comité s'il doit se borner pour le moment à commander la règle type prismatique, et réserver pour plus tard la question de la règle en forme de X.

M. Wild se résigne volontiers à abandonner provisoirement la règle type en X; par contre il propose d'en com-

mander immédiatement deux de forme prismatique. Il estime en effet que, pour faire les expériences sur les qualités physiques de ces règles, telles que dilatation, élasticité, il est utile, sinon nécessaire, d'en posséder deux exemplaires.

Cette proposition est appuyée par plusieurs membres. M. de Wrede, cependant, ne croit pas nécessaire d'avoir deux règles identiques pour déterminer le coefficient de dilatation de nos types; il pense ensuite que l'opération de rabotage, si elle est possible, n'introduira pas dans nos règles du fer en quantité sensible.

M. Broch également est d'avis que la fabrication de la règle en X, dont M. Matthey, s'il ne se trompe, n'a pas nié absolument la possibilité, ne doit pas être abandonnée.

M. Morin ayant cru comprendre que l'opinion du Comité était qu'il ne reviendrait pas sur la question de la forme en X, M. Hirsch tient à constater qu'il ne s'agit dans ce moment nullement des prototypes métriques, mais seulement des règles types que le Comité a décidé de se procurer pour les études préliminaires.

Une discussion détaillée s'établit sur différentes questions, entre autres sur celles du coût et du temps nécessaire à la fabrication de ces types. Il résulte des renseignements donnés par M. Stas à cet égard que le coût d'une règle type prismatique sera d'environ 6000 francs, et que l'on pourra se les procurer toutes finies dans l'espace de trois à quatre mois.

M. Hirsch croit être l'interprète de l'opinion du Comité telle qu'elle résulte de la discussion en formulant la proposition suivante :

« Le Comité autorise M. Stas à commander dès à présent à M. Matthey deux règles prismatiques en platine iridié à 10 pour 100 pur, et de charger MM. Brunner frères de les polir et de les tracer. Dans le cas où le crédit de 12000 francs, déjà accordé dans ce but lors de la session précédente, ne suffi-

rait pas, le Bureau du Comité est autorisé à ouvrir à M. Stas un crédit supplémentaire.

» La fabrication d'une règle type en X est réservée jusqu'à l'époque où M. Matthey, qui sera prié de faire des expériences sur la possibilité de la produire par voie de rabotage, assurera qu'il peut la faire sans compromettre la pureté du métal. »

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

M. Stas, à l'occasion des expériences faites par M. Govi et relatées dans son Rapport concernant l'éclairage des salles d'observation, ne peut s'empêcher d'exprimer des doutes que la visite du Bureau international lui a laissés à cet égard, surtout pour les salles des balances.

M. Wild croit pouvoir rassurer son collègue, en constatant que dans une salle tout à fait semblable, qu'il a dans son observatoire à Saint-Péter sbourg, la lumière s'estmontrée parfaitement suffisante. Du reste, la Commission des bâtiments va proposer de modifier le vitrage des lanternes de ces salles, afin d'éviter les ombres nuisibles qui pourraient se produire sur les images des échelles dans les lunettes d'observation.

Passant à l'ordre du jour, M. le Président demande à M. Morin si la Commission des comptes peut présenter son Rapport.

Sur l'invitation de M. Morin, Président de la Commission, M. Foerster, comme rapporteur, constate que la Commission a examiné de près les comptes de M. le Directeur avec les pièces à l'appui. La Commission a trouvé tout en règle, et toutes les dépenses justifiées; par conséquent elle propose d'approuver les comptes de l'exercice 1876-1877 et de donner décharge à M. le Directeur.

En réservant les détails des comptes pour le Rapport général, la Commission se borne à résumer comme suit les dépenses et les recettes jusqu'au moment actuel.

Dépenses.	fr	Recettes.	fr
Frais généraux.....	3238,00	Contributions....	477999,50
Traitements.....	28791,65	Intérêts.....	6868,49
Travaux spéciaux....	9955,00	Total.....	484867,99
Bâtiments.....	268570,00		
Instruments.....	17548,53		
Total.....	328103,18		

Par conséquent il reste en caisse 156 764fr,81. Comme les engagements pris par contrat pour les bâtiments et les instruments commandés montent à un total de 97 743 francs, il reste de disponible 59 021fr,81.

M. Broch, tout en approuvant le Rapport, désire que désormais on modifie un peu la comptabilité en introduisant un grand livre. Il offre de fournir à M. le Directeur le schéma, d'ailleurs très-simple, de la comptabilité comme il l'entend.

Le Comité décide à l'unanimité d'approuver les comptes du premier exercice jusqu'au 1er août 1877 et d'en donner décharge à M. le Directeur.

M. le Président donne la parole au Secrétaire pour communiquer les documents qui se rapportent à la question du chemin de fer passant près de notre établissement à Breteuil.

M. Hirsch expose qu'au mois d'août de l'année dernière le Bureau du Comité avait appris qu'un chemin de fer allant du pont de l'Alma à Courbevoie avait été concédé, et que, d'après le tracé projeté, cette voie ferrée passerait tout près de Breteuil, où la gare de Sèvres serait établie droit au pied de la colline sur laquelle est assis notre établissement.

Après avoir pris des renseignements plus précis qui confirmaient ce premier avertissement, nous avons prié M. le Directeur du Bureau international de faire des expériences spéciales pour étudier dans le voisinage de Sèvres, à l'aide du

bain de mercure, l'étendue des trépidations causées par le passage des trains, expériences dont M. le Directeur a rendu compte dans son Rapport.

Par suite de ces recherches et des renseignements que nous nous étions procurés sur les conditions géologiques des environs de Breteuil, le Bureau du Comité a attiré, par lettre en date du 1er octobre 1876, l'attention du Gouvernement français sur le danger que le voisinage de ce chemin de fer offrirait pour notre établissement et a réclamé contre le projet du tracé dont il avait connaissance (1).

Au mois de juin dernier le Bureau, ayant adressé à M. le Ministre à ce sujet une nouvelle lettre, a reçu une réponse promettant une prochaine solution (2).

Enfin M. le Président vient de recevoir ces jours derniers une dépêche qui propose une solution que le Bureau juge parfaitement acceptable (3).

En effet, du moment que le Gouvernement français offre de reculer le tracé primitif jusqu'au bord de la Seine, et d'augmenter ainsi la distance de notre établissement à 325 mètres, le danger signalé se trouve déjà notablement diminué.

Ensuite le Gouvernement français reconnaît que le Comité international sera seul compétent pour juger si, dans ces conditions, la circulation compromet la précision de nos travaux à Breteuil; enfin, dans le cas où l'expérience aurait justifié nos craintes, le Gouvernement français s'engage à transférer à ses frais notre établissement international sur un emplacement et dans des conditions approuvés d'avance par le Comité.

Conformément à l'avis du Bureau, le Comité international décide à l'unanimité d'accepter les propositions du Gouvernement français contenues dans sa dépêche du 8 sep-

---

(1) *Voir* cette lettre dans le *Rapport aux Gouvernements*, Annexe n° I, chapitre IV.

(2) *Voir* également Annexe n° I, chapitre IV.

(3) *Voir* la dépêche du 8 septembre dans l'Annexe n° I, chapitre IV.

tembre 1877, et charge le Bureau de remercier le Gouvernement de l'heureuse solution qu'a reçue cette difficulté.

Le Secrétaire donne ensuite connaissance des documents se rapportant à la déclaration d'utilité publique du Bureau international des poids et mesures [1].

M. le Président invite les membres du Comité à se rendre lundi prochain, à 11 heures du matin, aux ateliers de MM. Brunner frères, pour y voir le comparateur des mètres à traits en voie d'exécution et pour examiner l'avant-projet que ces constructeurs ont fait pour le comparateur géodésique.

La prochaine séance est fixée à mercredi 19 septembre, à 1 heure.

La séance est levée à 3 heures un quart.

---

[1] *Voir* ces documents dans le *Rapport aux Gouvernements*, Annexe n° I, chapitre V.

PROCÈS-VERBAL

DE LA QUATRIÈME SÉANCE.

Mercredi 19 septembre 1877.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 1 heure un quart.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

M. le Président prie le Secrétaire de dépouiller la correspondance.

M. le Secrétaire fait connaître que M. le Président a reçu de M. Balcarce, Ministre de la République Argentine, avis qu'il a versé au département des Affaires étrangères la contribution de son pays.

Ensuite, M. Hirsch a été informé, par MM. R. Pictet et Cie, que les appareils de refroidissement et de chauffage seront mis en marche le vendredi 21 septembre; et par M. Perrier, l'architecte vérificateur, consulté par la Commission des bâtiments, qu'il sera prêt à soumettre des propositions jeudi matin.

M. Hirsch estime donc qu'il serait utile que la Commission des constructions s'assemblât jeudi matin, et que le Comité se réunît vendredi à Breteuil pour entendre le Rap-

port de cette Commission, voir les appareils en marche et examiner le comparateur à dilatation que M. de Wrede a installé provisoirement.

M. le Président tiendra compte de ces propositions en fixant l'ordre du jour pour les prochaines séances.

Il ouvre la discussion sur le Rapport de M. Stas, dont les membres ont reçu des exemplaires imprimés, suivant le désir émis par M. Morin dans une précédente séance.

M. Morin ne peut s'empêcher d'exprimer le regret de ne pas voir figurer dans ce Rapport les détails des méthodes employées et des analyses exécutées par la Commission. Bien que ces matières soient beaucoup trop difficiles et compliquées pour qu'on puisse les discuter avec utilité en séance, on aurait ainsi offert à d'autres chimistes la possibilité de contrôler les résultats proclamés, dont il ne conteste, du reste, point l'exactitude.

M. Stas a déjà déclaré précédemment qu'il avait rédigé et remis à M. Peligot, il y a trois mois, un exposé détaillé des méthodes employées, exposé qu'il se propose de compléter en motivant ces méthodes et en développant les résultats obtenus. Il demande, dès à présent, que ce long Mémoire soit publié comme annexe aux procès-verbaux du Comité. De cette façon, le vœu exprimé par M. Morin sera complétement satisfait.

M. le Président ayant ouvert la discussion sur les conclusions du Rapport, M. Morin lit deux Notes qui ont été rédigées dans les termes suivants :

Note sur les bases des opérations de la Section française pour la fabrication des nouveaux étalons.

Les travaux de la Section française pour la confection des nouveaux étalons ont eu pour base les décisions prises par la Commission inter-

nationale de 1872, sur les avis de deux Sous-Commissions spéciales composées ainsi qu'il suit :

Deuxième Sous-Commission : *Matière du mètre*.

MM. le baron Wrede, Président, de Jacobi, Broch, Stas, Bosscha, Fizeau, Sainte-Claire Deville, rapporteur.

Neuvième Sous-Commission : *Matière du kilogramme*.

MM. Stas, Président, de Krusper, Herr, Holten, de Jacobi, Miller, E. Peligot, baron Wrede, Sainte-Claire Deville, rapporteur.

Les résolutions prises, d'après les Rapports de ces Sous-Commissions, ont été les suivantes :

1° Employer pour la fabrication des mètres et pour celle des kilogrammes (à l'unanimité moins deux voix en ce qui concerne les kilogrammes) un alliage composé de :

Platine.....	90
Iridium.....	10
	100

avec tolérance de 2 pour 100 en plus ou en moins.

2° Fabriquer avec le lingot provenant d'une coulée unique, à l'aide des procédés usités dans le travail des métaux connus, des règles dont le nombre et la forme seront déterminés par la Commission internationale.

Dans le rapport de la deuxième Sous-Commission, à la suite duquel ces résolutions ont été prises, il est dit :

« 6° Le platine s'obtient avec la plus grande facilité à l'état de pureté. Il en est de même de l'iridium, pour lequel des procédés, récemment indiqués, ont donné les résultats les plus satisfaisants. Leur prix varie de 700 à 1000 francs le kilogramme. »

Du platine. — Il s'agissait donc bien alors du platine fabriqué, en 1872, par MM. Matthey, à l'aide des procédés industriels récemment indiqués (*Rapport de M. Deville*, 28 septembre 1872, p. 46), et non du platine pur, que personne alors ne savait et ne prétendait savoir préparer en grand (¹).

(¹) On lit en effet, dans l'Ouvrage de MM. Sainte-Claire Deville et Debray, intitulé : *De la métallurgie du platine et des métaux qui l'accompagnent*, publié en 1861 (p. 78-79) :

« *Traitement des oxydes*. — Les oxydes légers sont recueillis, mis en

On verra, dans une Note relative aux analyses les plus récentes, que le platine employé pour l'alliage était bien dans les conditions prescrites par la Commission internationale, et qu'il avait pour densité, à très-peu près, celle de 21,15 qui avait été prescrite (*Examen des résultats des analyses*).

De l'iridium. — Quant à l'iridium, il a été épuré, par les soins de M. Deville, à l'aide des procédés perfectionnés, connus en 1874, et livré par lui comme suffisamment pur.

S'il ne l'était pas et contenait 0,13 à 0,15 sur 100, soit 15 millièmes de ruthénium, l'erreur serait du fait de M. Deville seul ; il ne le conteste pas.

Mais on ne saurait lui en faire un reproche ni un motif de rejet de l'alliage, puisqu'à cette époque, ainsi qu'il l'a déclaré lui-même à l'Académie des Sciences, en 1875, il était encore à la recherche d'un procédé sûr pour cette opération.

Heureusement l'erreur, si elle a été commise, n'a eu aucune influence réelle sur les propriétés physiques que doivent posséder des mètres.

Les expériences de MM. Stas, Deville et Broch, sur la densité de divers échantillons et surtout celles, plus importantes, sur la dilatation, qu'ils n'ont pas sans doute jugé nécessaire de répéter, le prouvent surabondamment. Cela n'est d'ailleurs nullement contesté.

Densité indiquée pour l'alliage. — Il est dit, dans le Rapport fait au nom des deux Sous-Commissions citées, que :

« Le platine et l'iridium ont la même densité, 21,15. Les alliages de

---

pâte avec l'acide sulfurique concentré et chauffé à près de 300 degrés; le fer, le cuivre, un peu de palladium se dissolvent, et il reste de l'iridium et du rhodium mélangés qu'on calcine fortement dans un creuset de charbon de cornue, entouré d'un creuset de terre, pour ramener les oxydes à l'état métallique et leur donner une grande compacité, ce qui est un avantage dans les opérations auxquelles on doit les soumettre.

» *En effet, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de les mêler par fusion au platine pour obtenir des alliages qui sont manifestement préférables au métal pur.* »

Plus loin, on lit encore (p. 120) :

« Rien n'est plus simple que de préparer avec un minerai de platine convenablement choisi un alliage triple de platine, d'iridium et de rhodium ayant toutes les qualités du platine avec l'avantage de présenter un peu plus de roideur et une résistance sensiblement plus grande à l'action des réactifs et de la chaleur. »

ces deux métaux à 10, 20, 30 pour 100 d'iridium ont encore la même densité. »

Cette dernière assertion eût été complétement fausse s'il avait été question d'employer des métaux purs, puisque les densités sont, aujourd'hui, estimées à 21,460 pour le platine et à 22,380 pour l'iridium.

Mais le platine livré par MM. Matthey avait effectivement pour densité 21,12. Il avait d'ailleurs été préparé par les nouvelles méthodes de MM. Deville et Debray qui, comme on l'a vu, y laissaient *certaines substances métalliques,* dont on ne redoutait pas la présence.

Les chimistes les plus expérimentés admettaient donc alors que le rhodium et le palladium pouvaient, sans inconvénients et peut-être même avec certains avantages, rester confondus avec le platine, pour les usages de la science et de l'industrie.

On regardait également comme suffisamment pur du platine contenant 0,06 à 0,07 de fer et 0,05 de cuivre.

Cette opinion était d'ailleurs conforme à celle qui avait été exprimée dans des travaux antérieurs, qui n'ont été contredits par personne. Il est dit, en effet (*Métallurgie du platine,* 1861, p. 85) :

« De simples essais, qui sont aussi expéditifs que le permet la composition de ces mélanges, suffisent pour les opérations techniques et pour la fabrication des alliages ; car il importe seulement de connaître la proportion de platine et d'iridium qu'on y introduira, en employant directement l'*iridium brut.* »

Résolution du Comité permanent. — C'est donc avec raison que, dans sa session d'octobre 1874, le Comité permanent, composé de MM. Ibañez, Président, Broch, Chisholm, Hilgard, général Morin, Stas et Bosscha (neuf membres), qui a eu connaissance de tous les résultats des expériences, a pris à l'unanimité la résolution suivante :

« Le Comité ayant assisté, dans la matinée, à une fonte de 19 kilogrammes de platine iridié et ayant eu l'occasion d'examiner la qualité du métal d'un des mètres qui, à cet effet, a été scié en deux dans le sens de la longueur, M. le Président propose de déclarer que le Comité considère le procédé de fabrication comme parfaitement réussi et qu'il est complétement édifié sur la qualité de la matière du mètre. »

A partir de cette décision, qui a été prise, comme on l'a dit, à l'unanimité des membres présents, la Section française s'est, à bon droit, considérée comme régulièrement autorisée à poursuivre la confection des mètres avec le métal qui avait été accepté.

Il n'y a pas à revenir sur ce point.

Question de droit et d'équité. — La conférence diplomatique

de 1875, qui a constitué le Comité international des poids et mesures avec des attributions si étendues, n'a pas entendu leur donner un effet rétroactif qui permettrait d'annuler tous les résultats si laborieusement acquis depuis plusieurs années.

Les dispositions transitoires qu'elle a adoptées ont eu, au contraire, pour objet de consacrer et de maintenir les résolutions de la Commission de 1872 et les décisions prises par le Comité permanent en 1873 et 1874.

L'article 3 de ces dispositions est formel et ainsi conçu :

« Le Comité international, mentionné en l'article 3 de la Convention et composé comme il est dit à l'article 8 du règlement, est chargé de recevoir et de comparer, entre eux, les nouveaux prototypes, d'après les décisions de la Commission internationale de 1872 et de son Comité permanent, sous réserve des modifications que l'expérience pourrait suggérer dans l'avenir. »

L'autorité des décisions de la Commission de 1872 reste donc entière, et celle du Comité permanent, qu'elle avait institué et qui s'est régulièrement réuni en 1873 et en 1874, est également reconnue par la Conférence.

Or on a fait voir :

1° Que le métal des règles a été fabriqué dans les conditions prescrites par les Rapports des deux Sous-Commissions et adoptées à l'unanimité par la Commission internationale de 1872 ;

2° Qu'il a, aussi exactement que possible, la densité indiquée, 21,15, ce qui implique et explique, dans ce produit des procédés alors connus de la Chimie, la présence d'une certaine proportion de métaux étrangers au platine pur, comme le prouve la discussion des analyses de MM. Stas et Deville (*voir* la Note sur ces analyses) ;

3° On sait, en outre, et l'on ne conteste pas, que l'uniformité des valeurs du coefficient de dilatation des nombreux échantillons soumis aux expériences, depuis 1874 jusqu'à ce jour, et provenant tant du lingot primitif que des dernières refontes, établit, d'une manière indiscutable, la régularité de la composition, sous ce point de vue, d'une importance capitale pour des mesures de longueur.

L'approbation donnée, en 1874, par le Comité permanent est donc parfaitement justifiée en même temps qu'elle est sanctionnée par la décision de la Conférence.

Conclusion. — Lorsque les bases d'une aussi importante opération ont été si solennellement posées et acceptées, si exactement observées, que les résultats obtenus ont été si régulièrement approuvés par des savants consciencieux, il ne peut appartenir au Comité international,

créé postérieurement, de les changer radicalement, au mépris des termes formels d'une Convention passée en 1872, et de donner ainsi, à l'un de ses articles, un effet rétroactif qu'il ne comporte pas.

Exiger aujourd'hui, d'une manière absolue, pour la confection des mètres, l'emploi de métaux purs, que l'industrie n'a pas encore produits régulièrement, ce ne serait pas une de ces modifications de détail que l'expérience aurait indiquées, mais un changement radical, injustifiable et inacceptable.

En réclamant le maintien des décisions de la Commission internationale de 1872 et de son Comité permanent, on ne défend pas seulement l'œuvre, dont la Section française poursuit l'achèvement depuis plus de six ans, mais on a aussi pour but d'assurer, aux nombreux États qui n'ont pas adhéré à la Convention de 1875 aussi bien qu'à ceux qui l'ont acceptée, l'uniformité des étalons que cette Section doit leur livrer et de prévenir, autant que possible, le schisme scientifique que tout changement fondamental ne manquerait pas de produire.

Signé : Gal A. Morin,

membre du Comité international des poids et mesures.

Note sur les analyses de l'alliage employé à la confection des mètres, exécutées par MM. Stas et Deville.

Si étranger que je sois aux délicates opérations de la Chimie, je n'en crois pas moins de mon devoir, comme membre du Comité international des poids et mesures, de soumettre, en mon nom personnel, les observations suivantes que m'a suggérées l'examen des résultats des expériences de MM. Stas et Deville sur l'alliage employé à la confection des mètres.

Je ferai remarquer d'abord que les conclusions du Rapport de M. Stas ne sont basées que sur deux séries d'expériences, tandis que, depuis 1874 jusqu'à ce jour, les mêmes chimistes en ont exécuté beaucoup d'autres, d'après les mêmes principes et les mêmes méthodes, auxquelles M. Stas a seulement apporté dans ces derniers temps quelques perfectionnements de détail.

Cette observation préliminaire est importante, car on verra que l'ensemble de toutes les expériences est loin d'être d'accord avec les conclusions déduites des deux seules séries publiées.

Examen des résultats des analyses. — Il est admis par les chimistes, qui se sont occupés des métaux de la mine du platine, que le ruthé-

nium ne se rencontre que dans les résidus contenant aussi l'osmium et l'iridium, auxquels il est allié avec une ténacité qui a fait le désespoir des expérimentateurs.

Le rhodium, le palladium, le cuivre et le fer sont, au contraire, contenus dans le platine fourni par les procédés industriels.

On peut donc, à l'aide des résultats des analyses et en se servant des valeurs des densités, même les plus récentes, calculer séparément, mais approximativement, les densités correspondantes du platine fourni par MM. Matthey et Cie employé pour l'alliage, et même celle de l'iridium livré par M. Deville, ainsi qu'on le fait pour l'alliage entier.

Densité du platine employé. — En opérant sur les résultats moyens des analyses communiquées par M. Deville au Comité international, et sur ceux des analyses plus récentes de MM. Deville et Stas, on obtient les valeurs suivantes :

Résultats moyens des analyses de M. Deville communiqués au Comité international en 1876.

Métaux de la mine du platine.	Poids sur 100gr.	Densités.	Volumes.
			cc
Platine.....	88,46	21,460	4,122
Rhodium.....	0,30	11,000	0,027
Palladium.....	0,06	11,800	0,005
Cuivre.....	0,16	8,900	0,018
Fer.....	0,75	7,700	0,097
Totaux....	89,73		4,269

Densité du platine de MM. Matthey

$$\frac{89,73}{4,269} = 21,02.$$

Cette densité est plus faible que celle de 21,15 qu'avait donnée M. Deville en 1872 à la Commission internationale pour le platine préparé par les procédés indiqués par lui et par M. Debray et qui avaient, disait-il, donné les résultats les plus satisfaisants.

Le même calcul, appliqué à l'expérience préparatoire faite par MM. Stas et Deville, donne les résultats suivants :

Résultats des analyses de MM. Stas et Deville sur un bout de règle n° 3, provenant directement du lingot de 250 kilogrammes.

Métaux de la mine du platine.	Poids sur 100gr. Analyse n° 1.	Analyse n° 2.	Moyenne.	Densités.	Volumes.
					cc
Platine.....	87,670	87,689	87,679	21,460	4,085
Rhodium.....	0,520	0,500	0,510	11,000	0,047
Palladinm.....	0,060	0,060	0,060	11,800	0,005
Cuivre.....	0,160	0,160	0,160	8,900	0,018
Fer.....	0,770	0,775	0,772	7,700	0,100
			89,180		4,255

La densité du platine fourni par MM. Matthey serait donc

$$\frac{89,180}{4,255} = 20,96.$$

Les pesées directes ont donné 21,12, et la densité indiquée par les deux Sous-Commissions était évaluée, en 1872, à 21,15.

Résultats des analyses de MM. Stas et Deville sur un bout de règle n° 6, provenant des dernières fontes.

Métaux de la mine du platine	Poids sur 100gr. Analyse n° 1.	Analyse n° 2.	Moyenne.	Densités.	Volumes.
					cc
Platine.....	87,770	87,694	87,732	21,460	4,088
Rhodium.....	0,350	0,380	0,340	11,000	0,031
Palladium.....	0,110	0,110	0,110	11,800	0,009
Cuivre.....	0,240	0,240	0,240	8,900	0,027
Fer.....	0,864	0,848	0,856	7,700	0,111
			89,278		4,266

La densité du platine fourni par MM. Matthey serait donc

$$\frac{89,278}{4,266} = 20,92,$$

tandis qu'elle a été trouvée, par pesée hydrostatique, de 21,12.

Il est donc probable que l'analyse indique des quantités de cuivre et de fer un peu exagérées, qui d'ailleurs excèdent celles qu'ont fournies toutes les autres analyses de MM. Stas et Deville.

On voit, par ces résultats, déduits des analyses les plus récentes et pour le calcul desquelles on a admis la valeur aujourd'hui attribuée de nouveau à la densité du platine pur, qu'en 1872 les deux Sous-Commissions chargées de déterminer la nature de la matière à employer pour le mètre et le kilogramme ont eu raison d'adopter, comme M. Deville l'indiquait, la valeur 21,15, pour la densité du platine fabriqué par les procédés de MM. Deville et Debray, et qui devait être employé.

Mais on reconnaîtra en même temps que cette densité était la conséquence de la présence des métaux étrangers au platine, et dont on acceptait ainsi la présence dans l'alliage adopté.

Il convient, cependant, de faire remarquer, dans l'intérêt de la Science, qu'en dehors de la question métrologique, dont on s'occupe, il est fâcheux que, depuis 1859 jusqu'en 1874, cette valeur 21,15 de la densité, qui ne s'appliquait qu'au métal préparé par MM. Matthey, ait été, dans tous les recueils de données physiques, indiquée, d'après M. Deville, comme celle de la densité du platine pur, qui jusqu'alors était estimée, d'après Children, à 21,53, valeur dont, après tant de recherches, celle qu'on admet aujourd'hui se rapproche beaucoup.

Densité de l'iridium employé. — Si l'on applique le même mode de calcul à la détermination de la densité de l'iridium employé pour l'alliage et qui avait été épuré par les soins de M. Deville, on trouve les résultats consignés dans les tableaux suivants :

Résultats moyens des analyses de M. Deville, communiqués en 1876 au Comité international.

Métaux des résidus d'iridium.	Poids sur 100gr d'alliage.	Densités.	Volumes.
			cc
Iridium.....	8,89	22,380	0,397
Ruthénium....	1,31	12,261	0,107
Totaux....	10,20		0,504

La densité de l'iridium employé n'aurait donc été que

$$\frac{10,20}{0,504} = 20,24.$$

Résultats des analyses de MM. Stas et Deville sur un bout de règle n° 3 provenant directement du lingot de 250 kilogrammes.

Métaux des résidus d'iridium.	Poids sur 100gr d'alliage. Analyse n° 1.	Analyse n° 2.	Moyenne.	Densités.	Volumes.
					cc
Iridium.....	9,384	9,380	9,382	22,380	0,419
Ruthénium.....	1,442	1,436	1,439	12,261	0,117
Totaux....			10,821		0,536

La densité moyenne de l'iridium employé n'aurait donc été que de

$$\frac{10.821}{0,536} = 20,19.$$

Densité moyenne ..... 20,21.

On voit que la valeur de la densité de l'iridium employé ne serait d'après ces analyses que 20,21, au lieu de 21,15, valeur admise, d'après les indications de M. Deville, par les deux Sous-Commissions, à moins que les analyses n'indiquent de trop fortes proportions de ruthénium, dont la densité n'est pas d'ailleurs exactement connue.

Les quantités totales d'iridium employé ayant été, pour ces analyses, de 10gr,20 et de 10gr,82, ou en moyenne de 10gr,51 sur 100 grammes d'alliage, et celles du ruthénium dont elles accusent la présence de 1gr,30 au minimum, il s'ensuivrait que les procédés d'épuration connus en 1874 auraient conduit M. Deville à laisser dans l'iridium livré comme pur

$$\frac{1,30}{10,51} = 0,123 \text{ de ruthénium.}$$

Enfin il n'est pas inutile de rappeler que, jusqu'en 1874 et même aujourd'hui, les travaux connus n'ont pas indiqué la présence de plus de 0,085 de ruthénium dans les résidus venus de Russie, qui sont ceux qui en contiennent le plus.

Densité de l'alliage. — Si l'on calcule de même la densité que devrait avoir l'alliage des mètres d'après les résultats des expériences citées, on trouve les valeurs suivantes :

Résultats des analyses de M. Deville, communiquées en 18[illegible] au Comité international.

Composants.	Poids moyen sur 100gr.	Densités.	Volumes
	gr		cc
Platine.....	88,46	21,460	4,122
Iridium.....	8,39	22,380	0,397
Rhodium.....	0,30	11,000	0,027
Palladium.....	0,06	11,800	0,005
Ruthénium.....	1,31	12,261	0,107
Cuivre.....	0,16	8,900	0,018
Fer.....	0,75	7,700	0,097
Totaux.....	99,93		4,773

Densité d'après les analyses :

$$\frac{99,93}{4,773} = 20,92.$$

La densité de l'échantillon laminé était 21,11.

Résultats des analyses de MM. Stas et Deville.

Métaux composants.	Densités.	Bout de règle n° 3 du lingot de 250kg. Moyennes des expériences 1 et 2 sur 100gr.	Volumes.	Bout de règle n° 6 des dernières fontes Moyennes des expériences 1 et 2 sur 100gr.	Volumes.
			cc		cc
Platine....	21,460	87,679	4,085	87,732	4,088
Iridium....	22,380	9,382	0,419	9,489	0,424
Rhodium..	11,000	0,510	9,047	0,340	0,031
Palladium..	11,300	0,060	0,005	0,110	0,009
Ruthénium.	12,261	1,439	0,117	1,334	0,109
Cuivre....	8,900	0,160	0,018	0,240	0,027
Fer.....	7,700	0,772	0,100	0,856	0,111
Totaux...		100,002	4,791	100,101	4,799

Densité du bout n° 3..... $\frac{100,002}{4,791} = 20,87$

Densité du bout n° 6..... $\frac{100,101}{4,799} = 20,86$

Moyenne..... 20,865.

Ces deux densités sont inférieures à celles qui ont été trouvées, tant par la Section française que par MM. Broch et Stas, ce qui por-

terait à penser que les analyses signalent des proportions un peu trop grandes de métaux légers.

On doit faire remarquer que l'échantillon analysé par MM. Deville et Stas avait subi un commencement d'étirage qui avait porté sa densité, de 20,83 (¹) qu'elle était après forgeage, à 21,04 et que cette densité se serait encore augmentée probablement par le travail complet.

Récapitulation des résultats de toutes les analyses de MM. Deville et Stas.

Si, au lieu de se borner à tenir compte des deux séries d'expériences, seules citées dans le Rapport de M. Stas, on réunit dans un même tableau les résultats de toutes les expériences des mêmes chimistes, connues jusqu'à ce jour sur la composition de l'alliage des règles, en n'y faisant figurer que le platine et l'iridium pour mettre en évidence les proportions dans lesquelles ils s'y trouvent, soit purs, soit mélangés avec d'autres métaux, on peut établir la récapitulation suivante :

Récapitulation des analyses du métal des règles exécutées par MM. Stas et Deville.

Noms des expérimentateurs.	Platine sur 100gr d'alliage		Iridium sur 100gr d'alliage	
	pur.	Matthey employé.	pur.	remis par M. Deville.
M. Deville (rapport de 1874)..	88,57	89,84	8,69	10,20
M. Deville (Note remise par lui en 1874).....	88,46	89,57	8,90	10,41
M. Stas (Note remise par M. Deville en 1874).....	88,12	89,07	9,55	10,99
M. Deville (moyenne des résultats communiqués au Comité....	88,46	89,73	8,89	10,20
MM. Stas et Deville, 1877 :				
Règle n° 3.....	88,68	89,18	9,38	10,82
Règle n° 6.....	87,73	89,28	9,49	10,82
Moyennes.....	88,17	89,11	9,29	10,57
M. Oudemans, 1876.....	89,82	90,32	9,41	9,68

(¹) Extrait du carnet n° 32 : le 16 décembre 1874, remis à M. Deville un échantillon de platine iridié de l'extrémité A d'une barre rectangulaire de la fonte n° 35, du poids de 112gr,30.

Densité après forgeage..... 20,83
Densité après un commencement d'étirage... 21,04

Il résulte de cette récapitulation de tous les résultats des analyses chimiques :

1° Que si, comme cela est juste et conforme à l'état de la Science à l'époque des décisions de la Commission de 1872, on calcule les proportions de l'alliage d'après les quantités de platine de M. Matthey et d'iridium purifié par M. Deville, on trouve qu'il se compose de :

Platine Matthey.....	89,11
Iridium Deville.....	10,57
	99,68

proportions comprises dans les limites de la tolérance de 2 pour 100;

2° Qu'il en est, *a fortiori*, de même si l'on admet les résultats des expériences de M. Oudemans, exécutées suivant la méthode de Claus, la seule publiée avant 1877;

3° Que, si l'on ne tient compte que des métaux que l'on croit avoir obtenus à l'état de pureté, on trouve que l'alliage renferme :

Platine pur.....	88,17
Iridium pur.....	9,29

ce qui rentre encore dans les tolérances admises par M. Stas ;

4° Que la différence dans les proportions d'iridium pur accusées par ces diverses analyses s'élève à $0^{gr},9$ sur 10 grammes, ce qui ne permet pas de compter sur leur exactitude absolue, par suite des difficultés de la question et de la multiplicité des opérations;

5° Que l'uniformité des proportions de l'iridium employé, après de nombreuses refontes, prouve que cette matière est aussi régulièrement répartie qu'on peut le désirer et qu'il ne s'en sublime aucune partie appréciable dans les opérations ; ce qui est aussi d'ailleurs manifesté par la constance de la densité et surtout par celle du coefficient de dilatation.

Signé : Gal Morin,

membre du Comité international des poids et mesures.

M. Wild déclare être complétement d'accord avec les conclusions présentées par la Sous-Commission. En effet, elles ne sont que la déduction logique des données très-précises résultant des nombreuses analyses et pesées hydrostatiques faites très-consciencieusement par les membres

de la Commission. Il montre en détail que les analyses, non-seulement s'accordent remarquablement entre elles, mais qu'elles sont confirmées par les densités obtenues pour les échantillons et les règles examinés. Il estime que la preuve scientifique est fournie de l'existence, dans l'alliage, de 3 pour 100 de corps étrangers, qui tous, surtout le fer et le ruthénium, compromettent au plus haut point les qualités métrologiques indispensables pour des prototypes. Quant à lui, il n'aurait certes pas le courage de présenter à son Gouvernement, comme dernier mot des efforts du monde scientifique à la fin du XIXe siècle, des prototypes qui, sur la longueur de 1 mètre, renferment 6 centimètres de matières oxydables et 1 centimètre de fer.

M. Foerster doit dire que la question est bien plus simple qu'elle n'est présentée dans la Note étendue qui vient d'être lue. En effet, son auteur s'occupe essentiellement de prouver que la Section française, lorsqu'elle a exécuté la fonte de l'alliage en un seul bloc, ignorait la présence des matières étrangères, qu'elle a agi conformément aux prescriptions de la Commission internationale du mètre, et qu'on ne connaissait pas à cette époque les méthodes découvertes postérieurement, et qui permettent la fabrication du platine iridié pur. Personne ne conteste ces faits; mais tout le monde sait également que la Section française a été avertie en 1874, par M. Deville, de la présence du fer et du ruthénium dans son alliage, et que ce savant chimiste lui a indiqué dès lors les moyens de débarrasser l'alliage de ces matières dangereuses. De plus, au printemps de 1875, le Comité international a prévenu la Section française qu'elle pourrait disposer de tout le temps nécessaire pour purifier la matière. Malgré tous ces avertissements, la Section française a continué la fabrication avec une matière dont l'impureté était démontrée.

Mais il ne s'agit pas du passé, et l'on n'a nulle intention de se livrer à des récriminations; il s'agit de la vérité scientifique et de la meilleure solution à donner à la situation actuelle. Or, les recherches consciencieuses et irréprochables

de notre Sous-Commission ayant démontré le bienfondé des doutes émis il y a trois ans, et ayant constaté avec évidence des défauts chimiques et physiques de la matière tels, que les prototypes construits avec cet alliage seraient refusés par la Science et par les Gouvernements de tous les pays, nous ne pouvons pas hésiter à déclarer la matière inacceptable et à demander d'être mis en possession d'un alliage pur et conforme aux prescriptions conventionnelles.

M. Stas ne veut pas entrer dans tous les détails, en grande partie erronés, de la Note qui vient d'être lue et dont l'auteur a mal interprété la portée. Cependant il ne peut s'empêcher de signaler une erreur manifeste, et qu'il engage M. Morin à retirer de la Note. Ce n'est pas à une température plus élevée que celle de la fusion du platine que le ruthénium se volatilise en se transformant en acide hyperruthénique; c'est dès 180 à 200 degrés, c'est-à-dire bien au-dessous de la température occasionnée, par exemple, par les incendies, que ce métal, se transformant en oxyde, devient volatil.

Une grande partie du Mémoire qu'on nous a lu est destinée à montrer, une fois encore, que les différentes pesées et analyses s'accordent mal entre elles. Sans doute, mais il s'agit de pesées et d'analyses faites sur différents échantillons et bouts de règles; les opérations répétées sur les mêmes échantillons s'accordent au contraire d'une manière plus que satisfaisante, comme on peut s'en convaincre par les chiffres donnés dans notre Rapport. Il ne résulte donc du désaccord signalé dans la Note nullement l'inexactitude des opérations, mais simplement la conséquence, malheureusement trop certaine, que l'alliage manque d'homogénéité.

C'est tellement vrai que la Commission a constaté non-seulement que l'iridium n'est pas répandu uniformément dans la matière, mais qu'il y existe à l'état non allié, en forme de grains et de plaques. Il n'est donc pas étonnant qu'on ne parvienne pas à exécuter avec sûreté le poli et le tracé de cette matière.

Sans entrer en de plus longs détails, M. Stas affirme de

nouveau que l'alliage préparé au Conservatoire n'est pas au niveau de la Science actuelle, ni même des connaissances qu'on avait en 1874.

Il a conscience d'avoir travaillé dans la mesure de ses moyens et d'avoir présenté le résultat de ses recherches avec toute la modération et tous les égards possibles. Il ne nous reste plus maintenant qu'à faire notre devoir en hommes de science, appelés à faire une œuvre durable.

M. Broch tient d'abord à relever le reproche qui a été fait à la Commission de n'avoir pas étudié la dilatation des règles, qui, dit-on avec raison, est une qualité physique essentielle au point de vue métrologique. Mais, abstraction faite de ce que la Commission ne possédait pas encore les instruments propres à la détermination de la dilatation, il faut remarquer que la composition chimique, que la Commission était appelée avant tout à étudier, ne saurait être contrôlée par les coefficients de dilatation, comme on l'a prétendu. En effet, puisque le ruthénium a un coefficient plus faible et, par contre, le fer et le cuivre un coefficient plus fort que celui du platine et de l'iridium, il peut et doit se produire dans l'alliage une compensation qui empêche de rien conclure de la dilatation de cet alliage à sa composition. Pareille compensation, au contraire, est impossible pour les densités : c'est pour cette raison que la Commission a cru devoir insister sur la densité comme critérium de l'alliage.

Si les nombreuses pesées ont donné pour le poids spécifique des résultats assez différents, cela provient d'abord, comme l'a montré M. Stas, du défaut d'homogénéité, mais ensuite du fait que les fontes successives ont fait disparaître une notable partie des métaux légers oxydables et volatils, ainsi qu'il résulte des chiffres communiqués dans le Rapport pour le bout de la règle n° II, dont le poids spécifique, à l'origine 21,082, a été porté par cinq fusions successives jusqu'à 21,382.

Parmi tous les autres défauts constatés, la présence du fer métallique non allié dans les couches extérieures et à la surface

des règles semble à M. Broch constituer un des dangers les plus graves, non-seulement parce qu'elle amène la rouille sur les étalons, ainsi que le Comité a pu s'en convaincre *de visu*, mais encore parce qu'elle rend le tracé des règles très-incertain; du moins M. Broch n'a pas vu, parmi les essais faits au Conservatoire, des échantillons satisfaisants, tandis que MM. Brunner, ainsi qu'on a pu s'en convaincre l'autre jour, ont réussi facilement à produire un tracé très-parfait sur du platine iridié pur.

Enfin M. Broch doit relever une expression qui se trouve dans la Note où il est dit que les découvertes faites postérieurement à la fonte du mètre ne doivent pas avoir d'effet rétroactif pour le jugement de l'alliage. Certes, le principe de non-rétroactivité est parfaitement justifié dans la jurisprudence, mais ne saurait être invoqué en matière de science. En science, lorsqu'on découvre une erreur commise, il faut l'avouer et surtout la corriger pendant qu'il en est temps encore.

M. Hirsch n'entend pas se mêler à la discussion chimique, suffisamment éclairée par des collègues plus compétents que lui. Il s'attachera surtout à examiner la dernière partie de la Note lue par M. Morin; cependant il tient d'abord à compléter l'argumentation donnée par M. Broch contre l'importance attribuée par la Section française au coefficient de dilatation, considéré comme contrôle des analyses chimiques. En effet, autant qu'il sache, on ne connaît pas encore bien aujourd'hui la loi qui permet de déduire le coefficient de dilatation d'un alliage des coefficients de ses éléments constitutifs; par conséquent il n'est pas possible de déterminer par la dilatation la proportion des éléments dans l'alliage.

Pour en venir à la question de droit et d'équité, comme s'exprime la Note, M. Hirsch croit devoir établir d'abord que la Commission internationale de 1872 a non-seulement stipulé formellement l'alliage binaire de platine et d'iridium, mais que certainement aucun des membres de cette Commission n'aurait prévu qu'on pût présenter à l'acceptation

des Gouvernements des prototypes contenant 3 pour 100 de métaux oxydables ou volatils. Il est donc évident que l'esprit aussi bien que la lettre des décisions de la Commission internationale ne permettent pas au Comité d'accepter les règles fabriquées.

Mais, si même la Commission de 1872 avait entendu, par impossible, faire fabriquer des prototypes avec des métaux et par des méthodes reconnues plus tard incompatibles avec l'inaltérabilité des prototypes, loin de pouvoir en conclure, comme le fait la Note, qu'il faut, dans tous les cas, s'en tenir au platine iridié tel qu'on savait le produire en 1872, l'article 3 des dispositions transitoires de la Convention du mètre, en réservant expressément « les modifications que l'expérience pourrait suggérer dans l'avenir », confère au Comité le droit et le devoir de profiter des découvertes connues déjà depuis plusieurs années, pour fournir aux États contractants des prototypes aussi parfaits que le permet l'état actuel de la science.

En agissant ainsi, le Comité ne méritera certainement pas le reproche de mépris de la Convention dont parle la Note.

Enfin la Note exprime la crainte qu'en voulant refaire un nouvel alliage autre que celui préparé par la Section française, lequel servira aux étalons que la France distribuera aux nombreux États qui n'ont pas adhéré à la Convention du mètre, le Comité risquerait de compromettre l'uniformité des mesures métriques et de produire un schisme scientifique. Cette crainte, heureusement, n'est pas fondée, attendu qu'il résulte d'une dépêche officielle, qui sera communiquée au Comité dans une prochaine séance, que le Gouvernement français reconnaît qu'en signant la Convention du 20 mai 1875 il a renoncé au droit de distribuer à l'avenir des étalons métriques sans la coopération du Comité international des poids et mesures, à d'autres pays que l'Angleterre et la Hollande.

La discussion sur le Rapport de la Sous-Commission étant close, M. le Président *soumet au vote les trois conclusions de ce Rapport, qui sont adoptées par le Comité à l'unanimité moins une voix.*

MM. Hirn et Wild déposent la proposition suivante :

Le Comité international des poids et mesures,

Vu le Rapport des délégués du Comité constatant que l'alliage destiné à la confection des règles et des kilogrammes prototypes internationaux n'est pas homogène et contient de 2,80 à 2,95 pour 100 de métaux étrangers, notamment du fer et du cuivre, métaux oxydables, et du ruthénium, métal oxydable et volatil à l'état d'oxyde;

Vu que l'alliage se détruit partiellement lorsqu'on le fond dans une atmosphère oxydante et que cette destruction partielle rend impossible sa reproduction par voie de synthèse;

Vu que des échantillons contiennent le fer métallique à la fois à l'état allié et à l'état libre, mécaniquement interposé dans la masse ou tout au moins incorporé dans les couches superficielles de l'alliage et que l'existence de ce fer enlève à la matière la garantie absolue de conservation des traits limitatifs de la longueur du mètre ou du poids pour les kilogrammes;

Vu la décision de la Commission internationale prescrivant que la matière du kilogramme international sera la même que celle du mètre international, c'est-à-dire le platine iridié contenant 10 pour 100 d'iridium avec 2 pour 100 de tolérance en plus ou en moins et que cette résolution, étant de stricte interprétation, limite la tolérance à l'iridium seulement et partant exclut tous autres métaux étrangers;

Vu qu'il résulte, des échantillons présentés par les délégués du Comité, que l'alliage de platine iridié, dans la composition prescrite par la Commission internationale du mètre, peut être industriellement réalisé et que le poids spécifique de ce platine iridié pur est au minimum de 2,23 pour 100 supérieur au poids spécifique de l'alliage des deux règles remises au Comité;

Vu que l'article premier des dispositions transitoires de la Convention du mètre, du 20 mai 1875, assure aux États représentés à la Commission internationale de 1872 la livraison des prototypes qu'ils auront commandés, dans toutes les conditions de garantie déterminées par ladite Commission internationale et que l'article 3 des mêmes dispositions transitoires charge le Comité international de recevoir et de comparer entre eux les nouveaux prototypes, d'après les décisions scientifiques de la Commission internationale et de son Comité permanent, sous réserve des modifications que l'expérience pourrait suggérer dans l'avenir;

Vu que la composition de l'alliage coulé le 13 mai 1874 pour la confection des mètres et des kilogrammes prototypes n'est pas conforme aux prescriptions de la Commission internationale et qu'il ne réalise

pas les conditions de garantie imposées dans l'article premier des dispositions transitoires de la Convention du mètre;

DÉCIDE :

Le Bureau est chargé de faire connaître au Gouvernement français qu'il ne pourrait recevoir des règles et des cylindres destinés à devenir des mètres et des kilogrammes prototypes qui auraient été confectionnés avec l'alliage remis au Comité ;

En conséquence, le Comité international adresse au Gouvernement français la demande de faire suspendre la fabrication des mètres commencés par la Section française et de faire préparer des prototypes répondant aux conditions sanctionnées par la Convention du mètre.

Personne ne demandant la parole, la proposition est soumise au vote et *adoptée par le Comité à la majorité de neuf voix contre une.*

M. Morin demande à motiver son vote contre la résolution qu'il envisage, abstraction faite de toute considération scientifique, comme contraire aux décisions de la Commission internationale et aux stipulations de la Convention du mètre.

M. Govi, rapporteur de la Commission des instruments, lit le Rapport suivant qui, après quelques explications données par le Secrétaire sur l'acquisition des instruments et fournitures pour le laboratoire de Physique, est adopté à l'unanimité.

Commission des instruments.

Le samedi 15 septembre, à 10 heures du matin, la Commission des instruments, composée de MM. Foerster, Govi, Herr, Hirsch et Wild, après s'être constituée en donnant la Présidence à M. Herr et en chargeant M. Govi des fonctions de Secrétaire, a procédé immédiatement à l'examen des différentes questions qui se rapportent soit à la commande, soit aux modifications des instruments destinés au Bureau international des poids et mesures.

Comparateurs.

MM. Brunner ayant fait savoir au Comité qu'ils désiraient lui montrer, dans son état actuel, le *comparateur pour les mètres à traits*, dont l'exécution leur a été confiée, les membres du Comité se sont rendus chez eux, le lundi 17 septembre, à 11 heures du matin, et y ont examiné l'instrument, qui pourra être livré dans deux mois d'ici.

M. Foerster est très-satisfait de l'application faite par MM. Brunner du bain de mercure au pointage des microscopes, imaginée par MM. Brunner. Il rappelle, à cet égard, les erreurs de mesures auxquelles on est exposé quand les axes des microscopes ne sont ni parallèles entre eux, ni exactement perpendiculaires aux surfaces à observer, et qu'on les applique successivement à l'étude de surfaces placées à des distances différentes. Une erreur de 17 minutes dans la normalité peut donner lieu à une erreur de mesure de 1 *micron*, quand on compare ensemble des divisions tracées sur des surfaces dont la distance aux microscopes diffère de deux dixièmes de millimètre. C'est à cause de cela qu'on donne maintenant aux cercles astronomiques un petit mouvement d'avance et de recul dans le sens de leur axe, qui permet d'approcher ou d'éloigner leurs divisions par rapport aux objectifs des microscopes. Deux lectures successives à tous les microscopes permettent alors de reconnaître si leur normalité et leur parallélisme ont été parfaitement réalisés.

Le *comparateur pour la mesure des dilatations absolues*, qui est déjà en possession du Bureau, grâce au zèle et au désintéressement de M. le baron Wrede, qui a veillé aux moindres détails de sa construction, est revenu à un prix excessivement modique et pourra être installé le premier dans la salle qui lui est destinée.

M. Stollenreuther a terminé aussi la construction du *comparateur à réflexion de Steinheil pour les mètres à bouts*, et M. Foerster l'a fait installer provisoirement à Munich, où M. le Dr Pernet a pu l'examiner.

M. le professeur Voit profite de cette installation provisoire pour déterminer les constantes de l'instrument et pour l'employer à quelques comparaisons.

Le *comparateur universel*, dont les dessins ont été soumis au Comité en 1876, n'a pas encore pu être commencé par M. Starke, trop occupé jusqu'ici par d'autres travaux. Il va s'y mettre bientôt, après en avoir soumis au Comité le devis approximatif. Le prix de cet instrument sera probablement plus élevé que celui des autres comparateurs, par suite de sa grande complication et de la difficulté d'exécution que présente la règle divisée qui doit l'accompagner. Le constructeur ne pourra

donc pas en fixer le prix d'une manière absolue, mais il en indiquera dans son contrat un *minimum* sous réserve de pouvoir l'augmenter au besoin de 10 ou 15 pour 100, en justifiant les motifs de cette augmentation.

Relativement au *comparateur pour les règles géodésiques*, M. Hirsch, qui avait été chargé de s'entendre à ce sujet avec MM. Brunner, après un long échange de correspondances, est convenu d'attendre, avant de rien décider, que les membres du Comité aient pu voir les dessins de grandeur naturelle d'une partie de l'instrument, que ces messieurs ont exécutés dans leurs ateliers, et que l'étude du comparateur pour les mètres à traits ait fait connaître les changements qu'il serait utile d'y introduire pour en mieux approprier la disposition à la mesure des doubles toises et à leur comparaison avec des règles de 4 mètres.

M. Hirsch reste toujours chargé de la commande du *comparateur géodésique*. Le Bureau conclura le contrat pour sa construction aussitôt que le lui permettront les moyens dont nous pouvons disposer.

Balances.

Des quatre *balances avec transpositeur*, commandées à M. Rupprecht, celle de la portée de 1 kilogramme est déjà très-avancée. On pourra les recevoir toutes en février ou en mars de l'année prochaine. Les quatre balances avec les lunettes et les échelles coûteront de 7000 à 8000 francs.

Une des quatre *balances sans transpositeur* a été exécutée par M. Sacré, de Bruxelles, sous la direction de M. Stas. Elle a déjà servi à des travaux faits par une Sous-Commission du Comité et a été trouvée excellente. On l'a déposée provisoirement à l'École Normale. Son prix est de 700 francs.

Par suite du départ de M. Govi, M. Stas est prié de s'entendre avec M. le Dr Pernet au sujet des trois autres balances sans transpositeur, de la portée de 1 kilogramme, de 50 grammes et de 2 grammes, dont les divisions des aiguilles doivent être, pour la première, de 1 millimètre pour 1 milligramme; pour la seconde, de 5 millimètres pour 1 milligramme, et, pour la troisième, de 1 millimètre pour 0,1 de milligramme.

En ce qui concerne la *balance pour peser dans le vide*, M. Foerster, qui en avait commandé une il y a deux ans à M. Bunge, de Hambourg, et qui l'a reçue au commencement de cette année, a cru devoir retarder la commande de celle qui doit être livrée au Bureau international, jusqu'à ce qu'il en ait été dressé un plan spécial de construction, dans le but d'y éviter quelques défauts qu'on a reconnus dans la balance

déjà exécutée par M. Bunge et mise en expérience à Berlin. Aussitôt qu'il aura pu s'entendre à cet égard avec le constructeur, les dessins et les devis de l'instrument seront soumis au Comité, ce qui aura lieu probablement dans quelques semaines. Le prix de cette balance sera de 6000 francs environ et l'on pourra l'avoir au mois de mai 1878.

La *balance hydrostatique*, exécutée par M. Sacré, a déjà été envoyée au Bureau. Elle a servi aux nombreuses déterminations de densités qui ont été faites par la Sous-Commission à l'École Normale, où elle a été déposée provisoirement. Son prix est de 2000 francs.

Poids.

Les *deux séries de poids en platine iridié* seront commandées par M. Broch à M. Œrtling, de Londres.

Les *petits poids en aluminium* seront exécutés à Berlin sous la direction de M. Foerster.

Les *poids en quartz*, de même forme que les poids en platine iridié, ont été commandés à M. Laurent, à Paris. Ils sont en voie d'exécution et auraient pu être déjà terminés, sans la difficulté qu'on a eue de se procurer un morceau de quartz de 400 grammes, absolument sans défaut.

Il serait utile d'ajouter à la série des poids en quartz déjà commandée un poids de 1 kilogramme et un autre de 500 grammes, quand même leur forme serait entièrement sphérique ou cylindrique. M. Wild est prié d'en procurer l'acquisition.

Instruments accessoires.

Ces instruments, à savoir un *baromètre* avec *cathétomètre* et un *manomètre* pour les recherches thermométriques, ont été commandés par M. Wild à la Société génevoise pour la contruction des instruments de Physique. Leur prix sera de 1800 francs. Le baromètre sera livré sans mercure. Il faudra faire exécuter ici le réservoir pour le thermomètre à gaz. Nous avons reçu l'avis que ces instruments sont terminés et qu'ils vont arriver ici très-prochainement.

Thermomètres étalons.

Deux *thermomètres étalons*, de M. Baudin, sont déposés à l'École Normale.

Les deux autres thermomètres étalons devaient être commandés à M. Geissler : M. Foerster a préféré les demander à M. Fuss, qui les a

exécutés sous la direction de M. Pernet. Le prix de ces deux thermomètres est de 130 francs. On propose d'acheter, du même M. Fuss, un nouveau thermomètre à division annulaire sur le tube.

M. Herr a commandé deux thermomètres étalons à M. Kapeller, de Vienne, qui pourra les livrer prochainement au prix de 100 francs les deux.

Quant aux thermomètres qui devaient être demandés à l'Observatoire de Kew, M. Wild n'a pas manqué d'en écrire à M. Scott, qui lui a répondu qu'on n'avait presque plus d'anciens tubes pour en faire. Il espère toutefois pouvoir lui en envoyer *un* d'ici quelque temps.

Thermoscopes différentiels. — Hygromètres.

On est convenu de commander les *thermoscopes différentiels* et les *hygromètres de Saussure*, quand on aura reçu les balances, afin de les mieux proportionner aux dimensions et aux dispositions de ces instruments.

Il serait convenable d'y ajouter des *psychromètres*.

La commande de tous ces intruments pourra être faite par M. le Dr Pernet.

Thermomètres, allant de zéro à 50 degrés, pour les balances.

Dix de ces *thermomètres* ont déjà été commandés à M. Baudin, à Paris.

Dix autres seront commandés à M. Fuss et on les fera exécuter avec un réservoir intermédiaire situé au-dessus du 50e degré, afin de pouvoir déterminer le point de 100 degrés sur la tige même du thermomètre.

Appareil de M. Fizeau pour la mesure des dilatations.

L'*appareil de M. Fizeau pour la mesure des dilatations* a été commandé à M. Laurent, qui est en train de le terminer. Son trépied est en platine iridié au titre droit, fourni par M. Matthey. Le prix de cet instrument (sans y compter le platine iridié) sera de 1800 francs.

Instruments pour le cabinet de Physique.

La Commission propose enfin d'approuver la note d'instruments pour le cabinet de Physique, qui lui a été soumise par M. le Dr Pernet. Le prix de tous ces instruments serait de 11000 francs, à répartir sur plusieurs années.

Les instruments les plus indispensables, et dont il faudra faire tout de suite l'acquisition, représentent seulement la somme de 4400 francs.

Le Président,
Signé : Herr.

Le Rapporteur,
Signé : G. Govi.

M. le Président, pour satisfaire au désir de quelques membres qui voudraient voir charger une Commission d'élaborer un programme des travaux préparatoires à exécuter par le Bureau international, désigne, pour faire partie de cette Commission, MM. Foerster, Herr et Wild, et prie cette Commission de présenter son Rapport dans la prochaine séance.

M. le Président propose de fixer les séances de la manière suivante :

Jeudi à 10 heures, Sous-Commission des constructions;

A 2 heures, visite à l'École Normale;

A 5 heures, Sous-Commission du programme pour les travaux du Bureau;

Vendredi à 10 heures, Commission des constructions;

A 2 heures, séance du Comité à Breteuil, visite des appareils de refroidissement et de chauffage mis en marche, et inspection du comparateur Wrede.

La séance est levée à 4 heures.

PROCÈS-VERBAL

DE LA CINQUIÈME SÉANCE.

Mercredi 21 septembre 1817.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 2 heures un quart, au Bureau international des poids et mesures.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté à l'unanimité.

M. le Président donne la parole au Directeur pour faire une proposition au sujet du budget de l'année suivante :

M. Govi s'exprime en ces termes :

D'après l'article 6 du Règlement annexé à la Convention du 20 mai 1875 :

« Le budget annuel du Bureau pourra être modifié, suivant le besoin, par le Comité international, sur la proposition du Directeur, mais sans pouvoir dépasser la somme de 100 000 francs. »

Considérant que les sommes déjà engagées pour le payement des travaux de construction et des appareils de chauffage et de ventilation, pour l'ameublement, pour l'achat des instruments, etc., etc., en y ajoutant les traitements des employés du Bureau, vont absorber en grande partie les fonds disponibles ;

Considérant qu'il y aura encore des dépens[illegible] pour modifier quelques parties des bâtiments d'après les indications du Comité; qu'il faudra pourvoir à l'introduction de l'eau et du gaz dans l'établissement, etc.,

J'ai l'honneur de proposer au Comité que le budget annuel, pour l'année 1878, soit porté de la somme de 75 000 francs à la somme de 100 000 francs.

Le Directeur du Bureau international,

GILBERT GOVI.

La proposition d'augmenter le budget des frais annuels de l'exercice de 1878 à 100 000 francs est adoptée à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. Hirsch pour faire, au nom du Bureau du Comité, des propositions concernant les nominations.

M. HIRSCH expose que la démission regrettable de M. Govi, acceptée pour la fin de ce mois, met le Comité dans l'obligation de pourvoir à cette vacance. Mais, d'une part, le choix du successeur définitif est une chose grave qui demande du temps et de la réflexion, et d'autre part l'état actuel des bâtiments, des installations et des instruments principaux, et surtout le temps qui s'écoulera probablement jusqu'à la remise des prototypes, doivent engager le Comité à renvoyer à la prochaine session la nomination du nouveau Directeur.

Si tel était l'avis du Comité, le Bureau proposerait de charger M. le Dr Pernet des fonctions de Directeur par intérim.

Enfin le Bureau estime qu'à partir de l'année prochaine l'importance des travaux préparatoires, tels que l'installation, l'étude et la rectification de plusieurs instruments principaux, la mise en fonction des appareils de chauffage et de refroidissement et le réglage des températures dans les salles d'observation, l'étude approfondie des nombreux thermomètres étalons, qui sera une des bases de nos futures opérations, exigera le concours de plusieurs observateurs

exercés, comme le démontrera le programme détaillé de ces travaux que la Commission spéciale est occupée à établir. Il convient donc de nommer pour l'année prochaine les deux adjoints en titre du Bureau international. Mais, comme l'article 10 du Règlement de la Convention statue que le « Comité ne peut procéder à des nominations que trois mois après que tous les membres en auront été avertis par le Bureau », ce dernier propose d'annoncer dès aujourd'hui la nomination des deux adjoints, qui aura lieu dans trois mois par correspondance.

Afin qu'à cette époque les membres du Comité puissent voter en connaissance de cause, le Bureau croit devoir leur annoncer que jusqu'à présent se sont produites les candidatures suivantes, classées d'après l'ordre alphabétique :

1° M. René Benoît, docteur en Médecine et docteur ès Sciences à Paris;

2° M. Wenzel Marek, adjoint de la chaire d'Astronomie et de Géodésie à l'École Polytechnique de Vienne, et adjoint du Bureau des poids et mesures d'Autriche;

3° M. Rosé, répétiteur de Géodésie à l'École Polytechnique de Paris.

Le Secrétaire donne sur ces différents candidats des détails biographiques et énumère leurs titres scientifiques.

M. le Président ajoute que, dans l'intervalle des trois mois, MM. les membres du Comité sont libres d'indiquer d'autres candidatures qui, dans la circulaire destinée à provoquer le vote, seront ajoutées à la liste précédente.

Ces différentes propositions sont mises aux voix, et le Comité décide à l'unanimité :

1° De renvoyer à la prochaine session la nomination définitive du Directeur du Bureau international;

2° De charger, en attendant, M. le Dr Pernet des fonctions de Directeur;

3° De procéder, dans trois mois, par voie de correspondance, à la nomination des deux adjoints.

M. le Président expose que, pour pouvoir terminer la ses-

sion cette semaine, conformément au désir général, il sera probablement nécessaire d'avoir demain une séance de relevée, afin d'épuiser l'ordre du jour de la session. Il reste encore, en effet, à entendre les Rapports de la Commission des constructions, de la Commission du programme et enfin à arrêter le Rapport annuel du Comité international aux Gouvernements. Il propose donc de se réunir demain matin à 10 heures et, s'il le faut, de reprendre la séance à 2 heures de l'après-midi. Enfin il convient de se réunir dimanche matin à 10 heures pour la lecture et la signature du dernier procès-verbal.

M. le Président invite le Comité à se rendre dans le bâtiment des machines pour examiner les appareils en marche, et ensuite à visiter dans une salle attenante le comparateur à dilatation de M. Wrede, qui y est installé provisoirement.

La séance est levée à 3 heures et demie.

PROCÈS-VERBAL

DE LA SIXIÈME SÉANCE.

Samedi 22 septembre 1877.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Stas, Wild et de Wrede.

La séance est ouverte à 10 heures 25 minutes.

M. Wild présente le Rapport suivant de la Commission des constructions, en l'accompagnant d'explications verbales.

Rapport de la Commission pour l'examen des bâtiments du Bureau international des poids et mesures.

Votre Commission, après s'être constituée en nommant M. le baron Wrede président et M. Wild rapporteur, a d'abord consacré toute une journée à l'inspection des bâtiments, avec l'assistance de M. le Dr Pernet. A cette occasion elle a reconnu que non-seulement, trois mois après le terme fixé dans le contrat avec l'architecte, les bâtiments sont loin d'être terminés, mais qu'ils présentent en même temps un certain nombre de défauts dans l'exécution. Pour indiquer les moyens les plus simples et les plus efficaces de combler les lacunes et de remédier aux défauts constatés, la Commission a demandé au Bureau d'appeler M. Perrier architecte, qui a déjà servi comme vérificateur des plans et devis, lors de la conclusion du contrat avec M. Bouchot, lequel, malheureusement, est absent pour cause de santé.

Après une seconde inspection à Breteuil avec M. Perrier, et après plusieurs séances de délibérations, la Commission est tombée d'accord pour vous faire les observations et propositions suivantes :

1° Les deux calorifères destinés à chauffer en hiver les corridors, les combles et l'avant-corps du bâtiment d'observation paraissent insuffisants pour ce but ; leur prise d'air se trouve dans les corridors et dans le sous-sol, au lieu d'être à l'extérieur ; ils envoient l'air chaud en grande partie par de nombreux canaux traversant dans toutes les directions l'espace vide au-dessous des planchers des salles d'observation et touchent même çà et là les fondations des instruments, ce qui pourrait troubler d'une manière fâcheuse la stabilité et l'uniformité de température des piliers et des salles d'observations, surtout lorsque ces dernières seront refroidies.

Nous proposons de boucher hermétiquement tous les canaux qui parcourent l'espace au-dessous des planchers des salles d'observation, de construire deux nouveaux canaux (un pour chaque calorifère) qui iront des calorifères par le vide de l'escalier au milieu, vers l'avant-corps, de ne chauffer par les nouveaux canaux que l'avant-corps, et les combles par les canaux verticaux déjà existants. En outre, il faudrait isoler davantage les calorifères, de sorte qu'ils ne puissent pas communiquer la chaleur aux salles d'observation. Les détails et les frais de ces changements sont consignés dans un rapport de M. Perrier, qu'il a soumis à la Commission.

Pour le chauffage des corridors entourant les salles d'observation, nous proposons d'utiliser la vapeur de la chaudière de notre machine à vapeur, savoir la vapeur s'échappant pendant la marche de la dernière, et au besoin la vapeur provenant directement de la chaudière. On fera donc construire, d'après un projet joint au Rapport mentionné de M. Perrier, un chauffage à vapeur pour les corridors du bâtiment d'observation.

2° Quelques-uns des piliers des instruments ne sont pas assez isolés du plancher des salles.

Nous proposons qu'on prenne soin d'établir partout une isolation parfaite, et de faire les arrangements nécessaires pour pouvoir facilement pénétrer dans le vide au-dessous des planchers, et se convaincre ainsi en tous temps du bon état de cette isolation.

3° Les murs des salles, derrière la paroi en zinc, ne sont pas couverts de plâtre, de sorte que l'air ne circulera pas avec la facilité voulue, et que des pertes d'air chaud ou d'air froid, circulant derrière le zinc, pourront se produire par les interstices des briques.

Nous proposons de faire lisser partout ces murs en ôtant le zinc où

il est déjà mis, et d'en rendre même la surface très-unie pour faciliter la circulation de l'air derrière les parois de zinc. En même temps on prendra aussi soin de réunir le zinc des parois et du plafond par une gorge, et le zinc des parois avec le plancher en bois par un joint convenable, pour faciliter le jeu de la dilatation du zinc.

4° L'éclairage des salles d'observation par les lanternes et l'isolation thermique entre les salles et les combles ne paraît pas suffisant.

Nous proposons de fermer l'ouverture au plafond des salles par deux glaces chacune d'une seule pièce, l'une tout en bas en contact avec le bord du zinc, et l'autre en haut au niveau du plancher des combles, et de les joindre hermétiquement, de sorte que la poussière ne puisse pas pénétrer entre les deux glaces; puis d'entourer dans les combles ces ouvertures par une cheminée tapissée en blanc en dedans, et se joignant en haut à une troisième glace, qui ferme de son côté une seconde cheminée conduisant à l'ouverture dans le toit du bâtiment. Le vitrage actuel extérieur de ces lanternes sera remplacé par deux cloisons vitrées, et un vélum horizontal et mobile au-dessous de la seconde glace permettra au besoin d'éviter que les rayons du soleil ne pénètrent dans les salles.

5° Dans le cas où l'une des salles d'observation serait refroidie et une autre chauffée, l'espace non divisé des combles pourrait occasionner des communications nuisibles de chaleur.

Nous proposons en conséquence de diviser les combles par six cloisons en bois munies de portes, en autant de sections qu'il y a de salles, et d'établir pour l'abaissement éventuel de la température et pour l'éclairage dans chaque section une lucarne à double fenêtre dans le toit.

6° Dans le caveau inférieur, destiné au dépôt des prototypes, nous avons trouvé une couche d'eau de 3 centimètres sur le plancher, et, lorsqu'on fit un trou dans la partie intérieure du caveau, l'eau monta à 10 centimètres.

Pour éviter à l'avenir la pénétration et l'accumulation de l'eau dans ce caveau, nous proposons de faire établir, d'après les idées de la Commission des bâtiments de la session du printemps de 1876, et d'après un projet de M. Perrier, un écoulement d'eau par un tuyau allant jusqu'à la terrasse inférieure du jardin, et de faire cimenter les murs du caveau jusqu'à une hauteur convenable.

7° D'après l'article 18 du Règlement de la Convention, le dépôt des prototypes doit être fermé par trois clefs différentes, lesquelles seront remises à des personnes distinctes.

Dans ce but, et pour garantir la sûreté des prototypes, nous propo-

sons de fermer le caveau inférieur par deux portes en fer et d'en munir l'extérieure de deux, l'intérieure d'une serrure de sûreté avec différentes clefs. Le caveau supérieur, destiné aux types du second ordre, n'aura qu'une seule porte en fer avec une serrure de sûreté.

8° La colline derrière le bâtiment des observations menace de s'écrouler et d'endommager gravement le bâtiment.

Nous proposons que les murs de soutènement de cette colline, prévus dans le devis, soient achevés aussitôt que possible.

9° Le canal des tuyaux d'air froid et d'air chaud, qui conduit du bâtiment des machines au bâtiment d'observation, doit être voûté, afin qu'on puisse en tout temps examiner ces tuyaux.

10° La Commission trouve absolument nécessaire d'introduire du gaz et de l'eau dans tous les bâtiments du Bureau international, et de munir au moins le bâtiment d'observation et le bâtiment des bureaux de paratonnerres, ainsi que cela a été prévu dans les premiers projets de construction.

Outre ces réparations et compléments, il y a encore plusieurs travaux de détail de moindre importance à faire dans les bâtiments d'habitation, pour lesquels il nous paraît suffisant de renvoyer au Rapport de M. Perrier mentionné plus haut, et qui a été approuvé par la Commission.

Pour conclure, la Commission propose de charger le Bureau du Comité de suivre, avec l'aide de M. Perrier, les négociations avec l'architecte M. Bouchot, afin d'exécuter tous les changements et modifications, ainsi que les ouvrages supplémentaires mentionnés ci-dessus et devisés dans le Rapport présenté par M. Perrier et approuvé par la Commission. Le Bureau est autorisé à faire dans ce but les dépenses nécessaires.

Signé : H. Wild.

Après une discussion portant sur plusieurs détails et des explications données par M. Hirsch, sur la voie que le Bureau se propose de suivre dans les négociations avec l'architecte, les propositions de la Commission sont acceptées, et la conclusion du Rapport votée à l'unanimité.

M. Foerster, rapporteur de la Commission spéciale nommée dans la séance du 17, lit le projet suivant du programme des travaux préparatoires à exécuter dans le Bureau international.

Programme des travaux préparatoires à exécuter au Bureau international des poids et mesures.

1° Surveillance et étude de l'achèvement et de l'assainissement des bâtiments et de tous leurs détails techniques, spécialement du chauffage et de la ventilation de précision, ainsi que de l'éclairage.

2° Installation d'un atelier de mécanicien et d'un laboratoire de Chimie dans les localités des dépendances, prévues dans ces buts.

3° Installation d'un laboratoire de Physique dans les deux salles de l'observatoire destinées à ce but.

4° Installation des comparateurs Wrede, Brunner et Steinheil.

5° Installation des balances.

6° Installation et étude du baromètre normal et du thermomètre à air.

7° Étude des divisions, des calibres et des points fixes des thermomètres étalons à mercure.

8° Comparaison des thermomètres étalons à mercure au thermomètre à air.

9° Comparaison des thermomètres secondaires destinés aux différents appareils avec un des thermomètres étalons.

10° Étude de l'appareil de M. Fizeau pour la détermination des dilatations.

11° Étude des erreurs de division d'une échelle normale, en platine iridié, d'une longueur de 11 centimètres, divisée en centimètres, le dernier centimètre en millimètres, et ce dernier millimètre en dixièmes de millimètre.

12° Étude des vis micrométriques et des qualités optiques, ainsi que de l'éclairage des microscopes des comparateurs.

13° Détermination des corrections relatives de toutes les pièces des piles normales de poids en platine iridié et en quartz, du kilogramme jusqu'à un dixième de milligramme.

14° Étalonnage de deux séries de poids secondaires à l'aide d'une des séries normales.

15° Recherches sur les qualités métrologiques des mètres rectangulaires et des mètres en X, ainsi que des kilogrammes cylindriques et sphériques, au moyen des types en platine iridié :

a. Étude des poids spécifiques.

b. Étude de l'élasticité et des effets de la flexion ordinaire de très-longue durée.

c. Étude de la dureté.

d. Étude des dilatations.

c. Étude de la stabilité moléculaire, c'est-à-dire du degré de constance du poids, des dimensions et des coefficients de dilatation sous l'influence d'actions mécaniques et calorifiques assez fortes et répétées un grand nombre de fois.

16° Étude comparative des différentes méthodes et appareils servant à la détermination de la température des règles : thermomètres métalliques, thermomètres métalliques à mercure, thermomètres à verre et à mercure, thermomètres métalliques à air, thermomètres à verre et à air, appareils thermo-électriques, etc.

Signé : FOERSTER.

2? septembre 1877.

Une discussion détaillée s'établit sur plusieurs points de ce programme.

M. FOERSTER fait observer d'abord que quelques-unes des propositions nécessitent des modifications à des décisions antérieures concernant des commandes. Ainsi, pour faire l'étude de la meilleure forme à donner aux prototypes des kilogrammes, il faudrait commander l'un des deux types en forme cylindrique et l'autre en forme sphérique tronquée.

MM. STAS et BROCH insistent sur la supériorité de cette dernière forme, qui non-seulement s'approche le plus de la condition du minimum de surface, mais qui facilite la manipulation et la superposition des poids; tandis que la forme cylindrique est exposée davantage à l'usure.

M. WILD, tout en reconnaissant ces raisons, croit qu'il importe que le Comité établisse, par des expériences spéciales faites sur les types, la supériorité de la forme sphérique, afin de justifier le Comité dans le cas où il se verrait obligé de revenir sur la décision de la Commission internationale, qui s'est prononcée en 1872 pour la forme cylindrique.

A la suite de cette discussion, le Comité décide de commander un kilogramme type en forme sphérique tronquée, et l'autre en forme cylindrique.

M. Broch, qui est chargé de cette commande, est autorisé, sur sa demande, à se procurer la matière chez M. Matthey, à confier la construction à M. Œrtling à Londres, et, s'il est possible, à comparer ces types à l'étalon anglais, comparé lui-même dans le temps, avec une si remarquable exactitude, par M. Miller, au kilogramme des Archives.

M. Foerster explique que la Commission a cru nécessaire de faire exécuter des expériences spéciales sur la dureté du platine iridié, parce que les essais que lui et M. Wild ont faits, sur quelques échantillons, leur ont suscité des doutes sur la dureté suffisante de cet alliage employé à la fabrication des mètres à bout. Il lui semble qu'il faudrait essayer des alliages avec diverses proportions d'iridium.

M. de Wrede rappelle à cet égard que, dans la Commission internationale de 1872, M. Deville a fait entrevoir qu'il serait facile d'incruster dans les règles à bout des surfaces terminales en iridium pur.

M. Stas croit exagérées les craintes de ses collègues quant à l'insuffisance de dureté de l'alliage. Il lui semble, au contraire, trop dur; mais il est vrai qu'il se raye facilement. Quant à l'incrustation de mouches en iridium pur, il doit dire que la fusion de ce métal offre encore trop de difficultés pour qu'on puisse espérer pouvoir appliquer actuellement ce mode de construction.

MM. Foerster et Hirsch s'étant déclarés, pour d'autres raisons encore, partisans d'étalons à bouts homogènes, le Comité se borne à rappeler sa décision de faire préparer trois échantillons de platine iridié à 5, 10, 15 pour 100, qui serviront aux études comparatives de dureté. M. Stas, auquel on a déjà ouvert dans ce but les crédits nécessaires, promet de s'en occuper prochainement.

Après cette discussion, le programme des études est adopté, avec la réserve de le compléter au besoin, et sans rien fixer touchant l'ordre et la durée des différents travaux.

M. Stas demande la permission de revenir sur la décision

[illegible] rement, au sujet de la deuxième série de ba[illegible] sans transposition de poids. Il expose que la balance [illegible] déjà acquise, qui a une portée de 2 kilo[illegible] suffirait parfaitement aux pesées des kilogrammes et que la balance à analyses que nous possédons remplacera avec avantage la balance à 200, ainsi que celle à 50 grammes. Il propose donc de suspendre la commande de ces trois premières balances de la deuxième série. Quant à la balance de la portée de 5 grammes, celle que M. Sacré a prêtée pour les travaux que M. Broch avait à faire lui a paru tellement parfaite qu'il propose au Comité de l'acquérir.

Ces propositions sont adoptées.

M. Foerster demande la parole pour communiquer au Comité quelques résultats qu'il a obtenus dernièrement sur la constance de la température dans les salles, revêtues de zinc, de son établissement. Tandis que sans ventilation artificielle par l'air froid, la présence de quatre personnes dans la salle d'observation a produit pendant une heure et demie de temps :

Avec 5° de température moyenne,	une augmentation de	0°,6 à 0°,7
» 16°	»	0°,3
» 25°	»	0°,15

l'introduction de l'air frais, d'après le système adopté, a eu pour conséquence qu'à la température moyenne de 16 degrés, l'effet de la chaleur des observateurs a été, soit complétement insensible, soit de quelques centièmes de degré seulement.

M. Foerster entre dans quelques autres détails sur ces expériences; il se propose de rédiger à ce sujet une Note complète, qu'il demande la permission d'annexer aux procès-verbaux du Comité.

M. le Président remercie M. Foerster de son intéressante communication et décide que la Note promise par lui sera publiée avec les procès-verbaux.

M. le Président donne la parole au Secrétaire pour soumettre au Comité le projet du Rapport annuel qui doit être adressé aux Gouvernements.

M. Hirsch expose d'abord les raisons qui ont engagé le Bureau à réunir dans un premier Rapport le compte rendu des opérations embrassant les années 1876 et 1877. Il explique qu'il convient de consigner dans ce Rapport tous les documents essentiels, bien qu'il se trouvent en partie déjà publiés dans les procès-verbaux. Enfin il fait observer que le Rapport devra être complété encore par des documents qui peuvent arriver avant la fin de l'année.

Après ces explications, M. Hirsch donne lecture du projet de Rapport (1) qui, après avoir subi quelques modifications, *est approuvé par le Comité à l'unanimité.*

M. Broch propose de charger le Bureau d'adresser à M. Sainte-Claire Deville une lettre de remercîments pour le dévouement sans bornes avec lequel il a assisté nos collègues dans leurs longues et pénibles recherches, et pour la généreuse hospitalité qu'il a mise au service de la Commission du Comité.

Tous les membres s'associent avec empressement à ce témoignage de reconnaissance.

Sur la proposition d'un membre, le Bureau est chargé de remercier le Cercle de la Librairie de l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu mettre de nouveau ses locaux à la disposition du Comité.

Après avoir rappelé que le Comité doit se réunir demain à 10 heures pour signer le dernier procès-verbal, M. le Président prononce la clôture de la session.

La séance est levée à midi trois quarts.

---

(1) Voir *Annexe* n° 1.

PROCÈS-VERBAL

DE LA SEPTIÈME SÉANCE.

Dimanche le 20 septembre 1877.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

Étaient présents :

MM. Broch, Foerster, Govi, Herr, Hirsch, Morin, Stas, Wild et Wrede.

La séance est ouverte à 10 heures 20 minutes.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté.

M. le général Morin tient à exprimer le regret de n'avoir pu assister à la séance d'hier matin, empêché qu'il était par d'autres travaux impérieux; il le regrette d'autant plus qu'il avait compris qu'il y aurait une seconde séance dans l'après-midi.

La séance est levée à 10 heures 50 minutes.

Gal Ibañez,
Dr O.-J. Broch, W. Foerster,
G. Govi, Herr,
D^r Ad. Hirsch, J.-S. Stas,
H. Wild, Jac. Wrede.

ANNEXE N° I.

RAPPORT

DU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AUX

GOUVERNEMENTS SIGNATAIRES DE LA CONVENTION DU MÈTRE.

ANNEXE N° I.

(*Voir* p. 75.)

Rapport du Comité international des poids et mesures aux Gouvernements signataires de la Convention du mètre.

L'article 19 du Règlement, annexé à la Convention du mètre, prescrit : « Le Comité international adressera à tous les Gouvernements des hautes parties contractantes un Rapport annuel sur l'ensemble de ses opérations scientifiques, techniques et administratives et de celles du Bureau. »

Les fonctions du Comité n'ayant commencé régulièrement que dans le courant de l'année 1876, et ayant consisté essentiellement dans des travaux préparatoires, le Comité a cru devoir se borner à communiquer en 1876 aux Gouvernements des pays intéressés les procès-verbaux de ses séances. Il est donc obligé de rendre compte, dans ce premier Rapport, de ses opérations pendant les années 1876 et 1877. Comme le nouveau volume des procès-verbaux, qu'il aura l'honneur de présenter très-prochainement aux Gouvernements, contient des détails sur la plupart de ces opérations, il résumera dans ce Rapport d'une manière concise les principales branches de ses travaux, en ajoutant toutefois le texte de tous les documents essentiels, et en y annexant le détail des comptes de 1876.

I. — Bâtiments.

Conformément aux décisions prises par le Comité international dans sa séance du 27 avril 1876, la Commission de

[illegible] immédiatement à l'œuvre pour discuter avec M. B[illegible], nommé architecte du Bureau international des poids et mesures, les détails des modifications à apporter aux plans soumis au Comité, ainsi que les points essentiels du devis.

L'élaboration des plans et devis définitifs, retardée un peu par les renseignements, au moins sommaires, qu'il fallait se procurer sur les dimensions et les formes des piliers des différents instruments auprès des constructeurs et des membres du Comité, n'a pu être terminée par M. Bouchot que le [illegible] juin 1[illegible]. Ils ont été soumis immédiatement à l'examen d'un architecte vérificateur, en la personne de M. Perrier, architecte à Neuchâtel, qui s'est rendu à Paris le 3 juillet pour continuer l'étude sur place et discuter avec M. Bouchot des nombreux détails, sur lesquels il fallait s'entendre. Cette entente, rendue un peu difficile par la nécessité de réserver la part des frais afférente aux machines et appareils de chauffage, de réfrigération et de ventilation, a été préparée par de nombreuses conférences entre MM. Govi, Bouchot et Perrier ; enfin M. Hirsch, sur un Rapport final de l'architecte vérificateur et autorisé par M. le Président du Comité, tenu soigneusement au courant des négociations, s'est rendu à Paris le 21 juillet, et a réussi, avec l'aide de M. Bridan, conseil du Comité international, à conclure la convention suivante :

Entre M. Bouchot, architecte à Paris, d'une part, et le Comité international des poids et mesures représenté par M. le Général Ibañez, M. le Dr Hirsch et M. Govi, d'autre part, il a été convenu ce qui suit pour la construction des bâtiments du Bureau international des poids et mesures, sur le terrain à lui concédé dans le Parc de Saint-Cloud.

Article premier. — Les plans et devis dressés par M. Bouchot pour la restauration du pavillon de Bretueil et pour la construction de l'Observatoire sont acceptés sous les rectifications et adjonctions suivantes :

I. — *Devis du Pavillon et annexes*.....			112000fr
A déduire :			
1° Imprévu pour la serrurerie.....		1200fr	
2° Honoraires à porter à part pour l'ensemble.....		7383	
Total des déductions.....		8583	8583
Devis rectifié du Pavillon.....			103417
II. — *Devis de l'Observatoire*...		210350,39	
A déduire :			
1° Le poste pour la machinerie qui est à la charge du Comité.....	18000		
2° Les frais pour l'un des deux calorifères dont se charge le Comité.....	7200		
3° Poste d'imprévu porté aux frais de ferblanterie et de couverture.....	500		
4° Économie à réaliser sur les fers.....	3300		
Total des déductions...	29000	29000,00	
Devis rectifié de l'Observatoire.....		181350,39	181350,39
Total.....			284767,39
III. — *Devis pour la maison des machines*.....			3000
Montant total des trois devis.....			287767,39
Les honoraires de l'architecte comptés à 8 pour 100.			23021,39
Montant des frais y compris les honoraires.....			310788,78

Art. 2. — Comme le Comité dispose d'une somme totale de 350000fr et qu'il prend à sa charge la fourniture des machines (machine frigorifique, un calorifère, deux ventilateurs et un moteur), évaluées à 27200fr, la somme totale pour les constructions qui font l'objet du présent contrat se trouve être de 322800fr.

Cette somme, comparée au chiffre de l'article premier, laisse une

somme disponible de 12011fr,22, qui sera appliquée, autant que possible; aux objets non mentionnés au devis et en particulier :

1° A la clôture et au nivellement des abords;

2° Aux canaux pour recevoir les tuyaux à air froid et à air chaud à partir de la maison des machines jusque y compris l'intérieur des bâtiments;

3° Aux réparations de la terrasse et balustrade extérieure du jardin;

4° A la façade en pierre de taille de l'avant-corps de l'Observatoire.

Art. 3. — M. Bouchot s'engage à exécuter à forfait tout ce qui est prévu aux plans et devis adoptés conformément à ce contrat, de telle manière que, les ouvrages achevés, le Comité puisse en prendre livraison sans rien avoir à débourser ou à payer à qui que ce soit, au delà de la somme ci-dessus.

Art. 4. — Le Comité pourra pendant le cours des travaux apporter aux constructions tels changements qu'il jugerait utiles. Si ces changements occasionnaient un supplément de frais, ces frais seraient à la charge du Comité. M. Bouchot pourra de son côté proposer des changements, qui devront être soumis à l'approbation du Comité.

Art. 5. — L'entrée en jouissance sera fixée au 1er juin 1877; les travaux devront être à cette époque entièrement achevés. L'exécution en sera solide et conforme aux règles de l'art.

Le Comité pourra, quand et comme il le jugera convenable, faire surveiller les travaux au cours de l'exécution.

Il se réserve la faculté de ne prendre livraison qu'après avoir vérifié ou fait vérifier les travaux.

Art. 6. — Le Comité versera à M. Bouchot la somme de 322800fr, savoir :

Le 31 août 1876	100000fr
Le 31 octobre 1876	100000
Le 31 décembre 1876	58240
Et après réception le cinquième restant	64560

Art. 7. — L'ordre de commencer les travaux devra être donné avant le 31 juillet. Chaque jour de retard prolongerait d'autant le délai de l'exécution.

Art. 8. — Les parties font élection de domicile à Paris. Toutes contestations auxquelles le présent contrat pourrait donner lieu seront portées devant les tribunaux de la Seine. Toutes significations au Co-

mité seront valablement faites au Directeur du Bureau international en personne.

Art. 9. — Le présent contrat ne sera pas enregistré. Les frais d'enregistrement, en cas de contestation, qui rendrait cet enregistrement nécessaire, seraient à la charge de la partie en tort.

Fait double à Paris le vingt-deux juillet mil huit cent soixante-seize.

Signé : Gal Ibañez, Signé : Bouchot.
Dr Ad. Hirsch,
Gilbert Govi.

Les travaux ont été commencés immédiatement après la signature du contrat par le Président du Comité. Cependant le terme convenu pour l'achèvement des travaux n'a pas pu être maintenu par l'architecte, surtout à cause de l'hiver exceptionnellement humide. Lorsqu'il fut évident que la construction ne pouvait pas être terminée pour le 1er juin 1876, la Commission consentit à un prolongement du terme jusqu'au 1er septembre. Malheureusement la santé de M. Bouchot ne lui a pas permis de pousser le travail avec énergie, de sorte qu'il n'a pas pu maintenir non plus ce terme.

Le Comité international, s'étant réuni à Paris le 11 septembre dernier, a immédiatement chargé une Commission spéciale d'établir les travaux de parachèvement et les modifications à introduire dans les constructions. M. Bouchot étant absent pour cause de santé, la Commission a consulté M. l'architecte Perrier et a élaboré un programme des travaux qui restent à faire. Sur la base du rapport de cette Commission, le Bureau du Comité a été chargé de s'entendre avec M. Bouchot sur l'exécution de ces travaux et sur l'achèvement complet des constructions. Nous espérons qu'un arrangement interviendra prochainement et que tout pourra être terminé au printemps prochain.

Ces retards regrettables, qui s'expliquent du reste en partie par les difficultés inhérentes à des constructions aussi spéciales, ont cependant moins d'importance pour l'activité du Bureau, attendu que les appareils servant au réglage de

température des salles d'observation n'auraient pas été prêts non plus, qu'un seul des instruments commandés a été livré jusqu'à présent et surtout parce que nous sommes loin d'être en possession des prototypes qu'il s'agit de vérifier et de comparer dans l'établissement international.

Quant aux appareils de réfrigération et de chauffage de précision, la Commission des constructions a dû d'abord étudier la question du moteur. La première idée d'employer une machine à eau a dû être abandonnée, parce qu'on ne pouvait disposer que d'une pression si faible qu'il aurait fallu une quantité d'au moins 2000 litres d'eau par minute, quantité qui n'aurait pu nous être régulièrement fournie. Ensuite on a examiné en détail les avantages et les défauts des machines à gaz ; la Commission, après avoir entendu les constructeurs et fait des expériences sur l'étendue jusqu'où les trépidations causées par les machines un peu fortes de ce genre sont sensibles, a dû abandonner également ce moteur et s'est décidée finalement à employer une machine à vapeur dont la chaudière pût en même temps desservir le calorifère.

Le Secrétaire ayant étudié de plus près, avec MM. Turettini et Raoul Pictet, de Genève, les détails des appareils, s'est rendu, au mois d'octobre 1876, à Genève, et a conclu avec MM. Raoul Pictet et Cie la convention suivante, qui a été approuvée et signée tôt après par M. le Président :

CONVENTION

Entre le Comité international des poids et mesures à Paris, représenté par son Président M. le Général Ibañez, son Secrétaire M. le Dr Hirsch et le Directeur du Bureau international M. Govi, d'une part, et MM. Raoul Pictet et Cie, ingénieurs constructeurs à Genève, d'autre part,

Il est convenu ce qui suit :

Le Comité international commande et MM. Raoul Pictet et Cie s'engagent à fournir une installation destinée au bâtiment construit par le Comité international des poids et mesures à Saint-Cloud. Cette instal-

lation a pour but de permettre d'élever jusqu'à plus trente degrés au moins, en toute saison, et d'abaisser à plus deux degrés en toute saison la température de deux salles à la fois dudit bâtiment; six salles de ce bâtiment seront disposées de manière à y obtenir lesdits abaissements et élévations de température.

Cette installation se compose :

1° D'une machine à vapeur de 6 chevaux, avec chaudière;

2° D'un appareil frigorifique système Raoul Pictet, pouvant fournir un équivalent de huit mille calories de froid par heure et pouvant à volonté refroidir l'air ou produire une certaine quantité de glace (vingt kilogrammes à l'heure);

3° De deux ventilateurs, l'un pour l'air froid, l'autre pour l'air chaud;

4° D'une transmission allant de la machine à vapeur à la machine à glace et aux ventilateurs;

5° D'un calorifère à vapeur alimenté par la chaudière de la machine. La chaudière aura une surface de chauffe suffisante pour alimenter le calorifère tout en fournissant la force pour la machine à glace et les ventilateurs;

6° Des canalisations d'air chaud et d'air froid allant des appareils aux salles, soit deux canalisations pour l'air froid et une pour l'air chaud;

7° Des vannages dans les salles pour distribuer l'air chaud ou froid, soit dans les salles, soit entre les cloisons de zinc et les murs suivant un plan annexé à la présente convention.

MM. Raoul Pictet et Cie se chargent de poser le tout en état de fonctionner pour le 1er juin 1877 au plus tard. La réception définitive par le Comité aura lieu au plus tard six mois après, savoir le 1er décembre 1877.

Ladite installation sera fournie, y compris la pose desdits appareils et tuyauteries pour le prix de vingt-cinq mille cinq cents francs; le Comité international prendra à sa charge tous les frais de maçonnerie et de fondations nécessaires pour ladite installation.

Les payements seront exécutés comme suit : un tiers, soit huit mille cinq cents francs à la signature de la présente convention; un tiers, soit huit mille cinq cents francs à la mise en marche des appareils; un tiers, soit huit mille cinq cents francs aussitôt après la réception définitive; les payements se feront en espèces ou par chèques sur Paris ou Genève.

En cas de discussion entre les parties, il sera nommé trois arbitres,

dont un par chacune des parties et le troisième par les deux autres; dans le cas où les deux arbitres ne pourraient se mettre d'accord, le Président du Tribunal de Commerce de Paris sera prié de nommer le troisième; ces arbitres jugeront souverainement et sans appel.

Fait en triple exemplaire à Genève, le vingt-sept novembre mil huit cent soixante-dix-sept.

Signé : G^m Ibañez,
Dr Ad Hirsch,
Gilbert Govi, Directeur du Bureau international des poids et mesures,
Raoul Pictet et Cie.

Ici encore les constructeurs n'ont pas pu tenir leurs engagements, quant au terme de livraison (1er juin 1877); d'abord parce que le bâtiment n'était pas suffisamment avancé pour recevoir les machines, placer les tuyaux et les vannes, et en second lieu par suite d'un accident arrivé à la machine dans le transport à Breteuil, où elle a reçu des avaries qui ont nécessité des travaux de réparation. Toutefois, les appareils sont maintenant en place et ont pu être mis en marche le 21 septembre devant le Comité international. Ce premier essai provisoire, fait avec une installation non terminée, a révélé quelques défauts auxquels les constructeurs sont occupés à remédier. En attendant, les appareils pourront être déjà utilisés au desséchement complet des locaux.

II. — Instruments.

Des quatre comparateurs, dont la construction a été décidée définitivement par le Comité, deux sont prêts, un autre s'achève dans ce moment; quant au quatrième, le Comité n'a pas encore pu conclure de contrat, faute d'offres définitives.

Pour ce qui regarde d'abord le comparateur pour les mètres à traits, le Bureau, après en avoir examiné les plans et devis présentés par MM. Brunner frères à Paris, a conclu le 1er décembre avec ces Messieurs le contrat suivant :

Entre le Comité international des poids et mesures d'une part, et M. Brunner, constructeur d'instruments de précision, demeurant à Paris, rue de Vaugirard, 159, d'autre part, il a été convenu ce qui suit :

M. Brunner s'engage à construire l'appareil ci-après dénommé, savoir :

Article premier. — Un comparateur composé de :

Deux microscopes micrométriques, à fil et oculaire mobiles, de $0^m,40$ de longueur, grossissant de soixante à quatre-vingts fois et donnant le millième de millimètre pour une partie du tambour. Chaque microscope sera fixé dans une douille en fonte de fer et doué d'un mouvement vertical pour la recherche du foyer. L'éclairage sera obtenu à l'aide d'un prisme recevant la lumière zénithale. Une disposition spéciale permettra de constater l'invariabilité de l'axe optique par l'observation sur un bain de mercure. La distance entre l'objectif de chaque microscope et la surface divisée des étalons sera de $0^m,07$, la couche de glycérine, qui doit recouvrir les étalons, ayant une épaisseur de $0^m,04$ au-dessus de la surface divisée. Dans le cas où les observations seront faites sans l'emploi de la glycérine, l'intervalle entre l'objectif des microscopes et le couvercle des auges sera de $0^m,008$ environ.

Un banc en fonte de fer de $1^m,60$ de longueur, reposant sur trois vis calantes.

Un chariot sur galets pouvant rouler sur le banc en fonte de fer et être mis en mouvement par une vis ou une manivelle placée à la portée de l'observateur.

Un bâti en fonte de fer reposant sur le chariot par quatre vis calantes. Ces vis calantes, liées deux à deux par une vis sans fin, pourront être mises en mouvement à l'aide d'une manivelle et élever ou abaisser le bâti parallèlement à la surface supérieure du chariot.

Une auge en cuivre de $1^m,32$ de longueur, $0^m,28$ de largeur, $0^m,21$ de hauteur. Cette auge sera, par son fond, vissée sur une platine en fonte de fer, et possédera un mouvement lent parallèle à la droite qui joint les deux microscopes.

Une seconde auge en cuivre, de $1^m,20$ de longueur, $0^m,16$ de largeur et $0^m,145$ de hauteur, sera fixée dans l'intérieur et au milieu de la première. Le fond de cette auge portera une platine en fonte de fer sur laquelle viendront s'appuyer deux systèmes de supports destinés à recevoir chacun un étalon, et munis de tous les mouvements nécessaires à son orientation. Les vis seront d'ailleurs disposées de telle façon que l'observateur trouvera près de lui celle qui doit commander

le mouvement dont il aura besoin. Le couvercle des auges portera deux coulisses à crémaillère sur chacune desquelles sera fixée une lunette pointant un des deux thermomètres placés dans la glycérine, entre les deux étalons et à la hauteur de la surface divisée.

Deux bains de mercure montés sur le bâti, à l'aide de colonnes en fer munies d'un mouvement permettant de très-petits déplacements en hauteur.

Deux enveloppes en bois recouvertes de feutres et adaptées aux piliers pour les protéger contre le rayonnement des observateurs.

Art. 2. — Des dispositions indiquées dans ses dessins pouvant présenter pour l'exécution des difficultés qu'il n'aurait pas prévues, M. Brunner se réserve la faculté de leur apporter les modifications qu'il jugera nécessaires pour arriver à une bonne construction.

Art. 3. — Cet appareil sera construit dans un délai de huit mois à compter du jour de la signature du présent marché.

Art. 4. — Le Comité international des poids et mesures payera à M. Brunner, pour la construction de cet appareil, la somme de quinze mille francs.

Art. 5. — Ce payement aura lieu à Paris de la manière suivante : cinq mille francs le jour de la signature du présent marché; cinq mille francs à la livraison de l'appareil; cinq mille francs trois mois après.

Fait à Paris, en triple expédition, le premier décembre mil huit cent soixante-seize.

Signé : Gal Ibañez, Signé : Brunner.
Dr Ad. Hirsch,
G. Govi.

Quant au comparateur destiné à déterminer la dilatation absolue des mètres, M. le baron Wrede, qui a bien voulu se charger de sa construction, nous avait fait parvenir, au commencement de septembre 1876, les dessins définitifs, dans lesquels il était tenu compte des modifications que le Comité avait décidé d'apporter au premier projet de notre collègue. En conséquence et comme le devis approximatif restait bien au-dessous de la somme prévue pour cet instrument, le Bureau a autorisé, le 1er octobre 1876, M. le baron

Wrede à procéder à l'exécution. L'instrument est arrivé déjà au mois de juin à Paris; installé provisoirement dans une salle du pavillon de Breteuil, il a pu être examiné par les membres du Comité.

Le Bureau, ayant reçu et approuvé au mois d'avril les plans et devis définitifs du comparateur à réflexion, d'après le système Steinheil, a autorisé, par lettre du 5 avril, M. le professeur Förster à conclure avec le constructeur, M. Stollenreuther, à Munich, le contrat dont la traduction suit :

CONTRAT

Entre M. le professeur Förster, à Berlin, agissant au nom du Comité international des poids et mesures, et M. Carl Stollenreuther, mécanicien à Munich, concernant la construction d'un comparateur pour les étalons à bout, d'après le système de Steinheil et Voit.

Article premier. — M. Carl Stollenreuther s'engage à fournir pour le Bureau international des poids et mesures à Paris un appareil complet pour les comparaisons des étalons à bout, d'après le système Steinheil et Voit, conformément aux dessins de construction présentés et approuvés, et de le terminer de façon qu'il puisse être livré à l'établissement international jusqu'au 1er août 1877.

Art. 2. — Il sera payé à M. Stollenreuther pour cet appareil le prix de neuf mille neuf cent cinquante-six francs (9956fr) et le payement de cette somme aura lieu aux termes suivants :

La moitié du prix immédiatement après la signature du présent contrat, savoir.....	4978fr
Un quart du prix aussitôt après la livraison à Paris, savoir.....	2489
Le dernier quart trois mois après la livraison.....	2489

Le dernier versement sera effectué après que la construction de l'instrument aura été reconnue bonne et conforme aux dessins.

Art. 3. — Dans le cas où l'instrument n'aurait pas été livré au terme fixé dans l'article premier, ou bien si son exécution n'était pas reconnue par le Comité conforme aux dessins présentés, M. Stollenreuther reconnaît au Comité international, représenté par M. le professeur Förster soussigné, le droit de retenir du dernier versement,

dans le premier cas, une amende équitable et dans le second cas les frais occasionnés par les travaux de modification ou d'achèvement de l'instrument.

Art. 4. — M. Stollenreuther s'engage à fournir avec l'instrument en même temps une copie des résultats d'observation qu'il aura été dans le cas de faire pendant la construction des différentes parties de l'instrument, et des appareils auxiliaires, pour autant que ces résultats pourront être utiles pour la mise en œuvre du comparateur.

Berlin et Munich, le 25 et le 28 avril 1877.

Signé : W. Förster,
Stollenreuther (Carl), mécanicien.

Quant au comparateur universel, nous regrettons que le constructeur, M. Starke, à Vienne, qui avait soumis le projet adopté presque tel quel par le Comité, n'ait fait parvenir que tout dernièrement un devis qui nous permette d'en faire la commande prochainement.

Parmi les balances dont le Comité a décidé l'acquisition pour le Bureau international, les quatre à transposition de poids sont commencées ; celle pour la charge d'un kilogramme est passablement avancée, et toutes seront terminées pour la fin du mois de février prochain.

La balance pour les pesées dans le vide, confiée à M. Bunge, serait exécutée à l'heure qu'il est si nous n'avions préféré, sur le conseil de M. le professeur Förster, attendre encore le résultat de certaines modifications essentielles que notre collègue a fait apporter à un instrument semblable qu'il a en étude.

Les poids en quartz sont commandés à M. Laurent, à Paris, avec lequel il a été passé le contrat suivant :

Entre le Bureau international des poids et mesures, représenté par M. Govi, Directeur, et Léon Laurent, opticien, rue de l'Odéon, 21, il a été convenu ce qui suit :

Je m'engage à livrer au Bureau international des poids et mesures une série de seize poids en quartz de : 400^{gr}, 300, 200, 100, 40, 30, 20, 10, 4, 3, 2, 1; 0^{gr},4, 0,3, 0,2, 0,1, en forme de sphères, avec deux plats, d'un diamètre égal à la moitié de celui de la sphère, excepté

pour les quatre derniers poids, qui seront en forme de rondelles, en matière aussi pure que possible, et soignés sous tous les rapports; au prix maximum de seize cents francs (1600 francs).

Je ferai tous mes efforts pour ne pas atteindre ce prix.

L'exécution demandera de six à huit mois.

Fait en double à Paris, le 12 mars 1877.

Signé : Léon Laurent.
G. Govi, Directeur du Bureau international des poids et mesures.

Les poids en platine iridié seront commandés sans retard à M. Oertling à Londres.

Quant aux thermomètres, un excellent étalon de Fuss, à Berlin, a été acquis par les soins obligeants de M. Förster, qui veut bien nous en procurer un second du même artiste. Les deux thermomètres étalons, commandé à M. Kappeller, à Vienne, sont en construction.

Enfin nous nous sommes assurés de la fourniture d'un thermomètre étalon de Kew.

Le baromètre-manomètre, dont la construction avait d'abord été réservée à MM. Brunner frères, a été confiée, après que ces messieurs, surchargés de travaux, y eurent renoncé, à la Société genevoise pour la construction d'instruments de Physique, d'après les plans et sous la surveillance de M. le Dr Wild. Voici le contrat conclu avec cet établissement :

CONVENTION

Entre le Comité international des poids et mesures, à Paris, représenté par son Président, M. le Général Ibañez, son Secrétaire, M. le Dr Hirsch, et le Directeur du Bureau international, M. Govi, d'une part, et la Société genevoise pour la construction d'instruments de Physique, représentée par M. Th. Turettini, son directeur, d'autre part, il est convenu ce qui suit :

Le Comité international commande et la Société genevoise s'engage à construire un baromètre-manomètre (selon dessins aprouvés par M. le professeur Wild, à Saint-Pétersbourg) pour un prix qui ne dépassera pas dix-huit cents francs. Le baromètre doit être livré au plus tard pour le mois de septembre de cette année. Les payements

seront exécutés comme suit : un tiers, soit six cents francs, à la signature de la présente convention, un tiers, soit six cents francs, à la livraison du baromètre, un tiers, soit le solde, trois mois après.

Fait à double exemplaire.

Genève, le vingt avril mil huit cent soixante-dix-sept.

Signé : Th. Turettini, directeur.

Signé : Gal Ibañez.
Dr Ad. Hirsch.
G. Govi.

Pour la construction de l'appareil de M. Fizeau, destiné à la mesure des dilatations, il a été passé avec M. Laurent, à Paris, le contrat suivant :

Entre le Bureau international des poids et mesures, représenté par M. Govi, Directeur, et M. Léon Laurent, opticien, demeurant à Paris, rue de l'Odéon, 21, il a été convenu ce qui suit :

Je m'engage à livrer au Bureau international des poids et mesures un appareil de M. Fizeau, avec tous les soins qu'exige cet appareil, au prix de dix-huit cents francs, sans compter le platine nécessaire pour faire le trépied, que M. Govi me fournira.

L'exécution demandera de trois à quatre mois.

Fait en double à Paris, le 3 avril 1877.

Signé : Léon Laurent,
Gilbert Govi, Directeur du Bureau international des poids et mesures.

En somme, malgré les retards que la commande et l'exécution d'un certain nombre d'instruments ont subis contre le gré et sans la faute du Comité, il y a lieu d'espérer que les principaux instruments seront terminés à mesure que les salles d'observation seront prêtes à les recevoir, et certainement ils pourront fonctionner à l'époque où le Comité sera en possession des prototypes.

III. — Prototypes.

Le Comité international qui, d'après l'article 4 des dispositions transitoires de la Convention du mètre, doit concourir à la construction des prototypes, est obligé, pour dégager sa responsabilité des retards regrettables que subit cette fabrication, de consigner dans ce Rapport tous les documents qui fournissent la preuve que le Comité n'a rien négligé pour prêter à temps ce concours et pour obtenir des prototypes qui, par leurs qualités chimiques et physiques, offriraient toutes les conditions de garantie déterminées par la Commission internationale.

Nous commençons la série de ces documents par l'Exposé que nous avons adressé au Gouvernement français le 15 mai 1876.

Exposé du Comité international des poids et mesures au Gouvernement français sur les difficultés relatives à l'exécution de la Convention du mètre.

Le Comité international a été chargé, par l'article 4 des dispositions transitoires de la Convention du mètre, de concourir avec la Section française de la Commission internationale de 1872 à la construction des nouveaux prototypes.

Comme, par suite de l'attitude de la Section française, le Comité se trouve dans l'impossibilité de mettre à exécution cette disposition de la Convention, il a chargé son Bureau de soumettre l'état des choses au Gouvernement français, et de lui demander de bien vouloir donner une solution à une situation aussi contraire au texte de la Convention que préjudiciable à son but.

Conformément à cette décision du Comité, nous avons l'honneur de mettre sous les yeux du Gouvernement français l'exposé de la question avec toutes les pièces à l'appui.

Dès l'année dernière, le Comité avait été informé qu'au sein même de la Section française il existait une grande divergence d'opinions sur la qualité de l'alliage préparé pour la confection des prototypes. Convaincu de la nécessité de ne rien négliger pour écarter toute espèce de doute sur cette question fondamentale, il désirait laisser l'initiative des études nouvelles sur la matière à la Section française dans l'espoir que

cette dernière ferait, de son chef, appel au concours du Comité, comme le prescrit la Convention.

Dans ce but, il a pris, dans la séance du 24 avril 1875, la résolution suivante :

« Le Comité international des poids et mesures charge son Bureau de faire connaître à la Section française, en temps opportun, qu'il ne sera pas en mesure de commencer les comparaisons et vérifications des prototypes avant le printemps de 1877, et qu'on peut disposer par conséquent de tout le temps nécessaire pour l'étude approfondie de la matière des prototypes, au point de vue de ses propriétés physiques et de sa composition chimique. »

Par lettre en date du 2 juin 1875, le Bureau a communiqué cette résolution à M. le Général Morin, Vice-Président de la Section française. Cette lettre est restée sans réponse et même sans accusé de réception. Ce n'est qu'un an plus tard, dans sa séance du 5 mai 1876, que le Comité a appris de M. le Général Morin que ce dernier avait donné connaissance de la résolution à la Section française dans sa séance du 18 juin 1875.

Comme on avait continué la fabrication des étalons en se servant de l'alliage dont la pureté a été contestée, sans que le Comité eût été appelé à y contribuer d'aucune manière et sans qu'il eût été informé que les doutes existant eussent été dissipés par de nouvelles études, le Bureau a cru de son devoir d'adresser à M. le Vice-Président de la Section française la lettre suivante :

Madrid et Neuchâtel, le 11 mars 1876.

« Monsieur le Vice-Président,

» Nous avons l'honneur de porter à la connaissance de la Section française, que vous présidez, que le Comité international des poids et mesures ouvrira sa session de printemps le 24 avril prochain, à 1 heure de l'après-midi, rue Bonaparte, n° 1, à Paris.

» Le Comité sera heureux de recevoir les communications que la Section française voudra bien lui adresser sur l'état actuel de ses travaux, et il s'empressera de lui prêter le concours prévu par l'article 4 des dispositions transitoires de la Convention internationale du 20 mai 1875.

« Veuillez agréer, Monsieur le Vice-Président, l'assurance de notre haute considération.

» *Le Président*,
» Signé : Gal Ibañez. »

» *Le Secrétaire*,
» Signé : Dr Ad. Hirsch. »

Cette nouvelle lettre est également restée sans réponse. Ayant été informé le 24 avril 1876, par M. le Général Morin, qu'elle n'était pas parvenue à destination, le Secrétaire s'empressa de lui en transmetre une copie par envoi du 25 avril.

Après avoir attendu en vain une communication de la part de la Section française, le Comité a pris, dans sa séance du 29 avril, une résolution qui a été notifiée à M. le Vice-Président de la Section française par la lettre suivante :

Paris, le 29 avril 1876.

« Monsieur le Général,

» Le Comité international des poids et mesures, dans sa séance d'aujourd'hui, a pris, à l'unanimité des voix moins une, la résolution suivante :

» Le Comité international des poids et mesures, rappelant que, d'après l'article 4 des dispositions transitoires de la Convention du mètre : « La Section française de la Commission internationale du mètre » de 1872 reste chargée des travaux qui lui ont été confiés pour la » construction des nouveaux prototypes avec le concours du Comité » international, et désirant rendre ce concours efficace, charge son » Bureau de prier la Section française de vouloir bien communiquer » par écrit au Comité international, le plus tôt possible, un Rapport » succinct sur l'état de ses travaux, et lui remettre deux règles en pla- » tine iridié, destinées aux nouveaux prototypes, dans leur état actuel, » et accompagnées de deux échantillons du métal, afin que le Comité » puisse encore dans sa session présente prendre les mesures néces- » saires pour les travaux qui lui incombent. »

» Nous vous serions très-obligés, Monsieur le Général, si vous aviez la bonté de nous faire parvenir la réponse de la Section française avant la clôture de la session actuelle du Comité international, session qui ne s'étendra pas au delà du 8 au 10 mai.

» Agréez, Monsieur le Général, l'assurance de notre parfaite considération.

» *Le Président,*
» Signé : Gal Ibañez. »

» *Le Secrétaire,*
» Signé : D^r Ad. Hirsch. »

Huit jours après le Président du Comité a reçu la lettre suivante :

Paris, le 6 mai 1876.

« Monsieur le Président et cher Collègue,

» Par votre lettre en date du 29 avril, le Comité international des poids et mesures demande à la Section française, chargée de la confection des nouveaux prototypes, de lui communiquer par écrit, le plus tôt possible, un Rapport succinct sur l'état de ses travaux et de lui remettre deux des nouvelles règles en platine iridié, dans leur état actuel, accompagnées de deux échantillons du métal. Nous avons l'honneur de vous soumettre les observations que cette demande nous a suggérées.

» La Section française n'a rencontré dans la continuation de ses travaux aucune difficulté nouvelle; elle poursuit l'exécution des résolutions adoptées par la Commission internationale et par le Comité permanent, continuant à prendre pour guide : 1° la déclaration faite par ce Comité, en date du 8 octobre 1874, que, « dans l'état actuel des travaux » de la Section française, elle n'a plus besoin du concours du Comité, » dont la mission doit se borner désormais à exécuter les recherches » scientifiques qui lui ont été confiées par la Commission internatio- » nale »; 2° la lettre, en date du 2 juin 1875, par laquelle le Comité international déclare que, « par suite de la résolution prise par lui » dans sa séance du 24 avril , il ne sera pas en mesure de commencer » les comparaisons des prototypes avant le printemps de 1877 »; elle a continué les travaux, qui ont pour objet la confection des règles, qui sont toutes en cours d'exécution, l'installation des comparateurs, l'examen du métal sous le double rapport de ses propriétés physiques et de sa nature chimique, etc.

» Elle ne négligera rien pour que ces travaux soient complétement achevés pour l'époque indiquée par le Comité international.

» La Section française estime qu'en raison du nombre des demandes faites par les différentes nations et des difficultés de la mise en œuvre du métal, elle manquerait de prévoyance en distrayant deux des règles qui sont actuellement en cours de fabrication. Ces règles, qui pourraient être soumises à des épreuves isolées de celles que les autres auraient subies, n'offriraient plus les garanties d'identité les plus formelles qu'on nous a très-justement imposées.

» Dans ces conditions, les membres de la Section française s'empresseront, ainsi qu'ils l'ont toujours fait, de donner aux membres du

Comité international toutes les explications qui leur seraient demandées; il sera même possible de leur remettre, s'ils le désirent, quelques échantillons de platine iridié employé à la confection des règles.

» Ils n'ont pas oublié l'utilité du concours qui leur a été prêté par le Comité permanent pour résoudre certaines difficultés spéciales.

» La Section française a tout lieu d'espérer que les motifs, qui viennent d'être donnés pour ne se dessaisir d'aucune des règles en cours de fabrication, seront assez appréciés par le Comité international, pour qu'il n'insiste pas sur la remise actuelle des deux règles demandées.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président et cher Collègue, l'assurance de notre considération.

« *Le Vice-Président de la Section française de la Commission internationale du mètre,*

» Signé : Gal MORIN. »

» *Le Secrétaire,*

» Signé : H. TRESCA. »

Cette réponse a été communiquée au Comité dans la séance du 8 mai et a fait l'objet d'une délibération dans la séance du 12.

Le Comité a tout d'abord été frappé par ce fait que la Section française, dans sa réponse, semble ignorer systématiquement la Convention du mètre, dont le Comité avait invoqué une des dispositions, pour s'en tenir à des décisions antérieures du Comité permanent qui n'existe plus, et qui en tout cas sont invalidées par les prescriptions de la Convention. D'ailleurs il n'y a en réalité aucune contradiction entre la décision rappelée par la Section française et les démarches faites actuellement par le Comité international; car, en 1874, le Comité permanent manquait absolument de tout moyen de coopérer efficacement aux travaux de la Section française. Plusieurs de ses membres avaient même déclaré dès l'origine, au nom de leurs Gouvernements, ne pas pouvoir prendre part aux séances du Comité permanent tant que les moyens d'une action sérieuse ne seraient pas assurés par la fondation d'un Bureau international. Depuis lors ce Bureau a été fondé par la Conférence diplomatique, et la Convention du mètre prescrit au Comité de concourir à la fabrication des prototypes.

Trois demandes ont été formulées par le Comité; la Section française n'a fait droit à aucune d'elles.

A la première, concernant un Rapport succinct sur l'état actuel de ses travaux, la Section française répond qu'elle n'a rencontré dans la continuation de ses travaux aucune difficulté nouvelle.

En présence de cette réponse, le Comité, désirant être mieux fixé sur les doutes qui existent à l'égard de la composition chimique des prototypes en voie de préparation, a demandé à M. Henri Sainte-Claire Deville communication du résultat des analyses qu'il a faites du métal destiné aux prototypes.

M. Sainte-Claire Deville a répondu par la lettre suivante :

Paris, le 13 mai 1876.

« Monsieur le Président,

» Vous voulez bien me demander communication, pour le Comité international des poids et mesures, des analyses que j'ai faites sur les matières qui m'ont été remises par la Commission française.

» J'ai l'honneur de vous en soumettre les résultats :

» 1° Matière du lingot de 250 kilogrammes extrait de deux échantillons : l'un parallélépipédique, dont la densité était (écroui sans doute) 21,103

» L'autre, sous forme d'X, dont la densité (écroui certainement) était de 21,109

» 11 grammes furent pris sur ces deux échantillons et une analyse faite au point de vue du fer et du ruthénium principalement a donné pour résultats :

Platine et iridium	97,67
Rhodium et palladium	0,20
Ruthénium	1,44
Fer	0,61
Cuivre	0,08
	100,0

» 2° Matière du bloc n° 35 refondu au Conservatoire en octobre 1874 devant le Comité permanent :

Densité de la matière non écrouie à zéro degré, trouvée au Conservatoire et inscrite sur l'échantillon	20,83
Densité à 13°,8, prise par moi	20,87
Densité de la matière réduite aux $\frac{7}{91}$ de son épaisseur, au moyen du laminoir	21,11

ANALYSES.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Platine	8,857		8,846	8,845	8,848	8,858	8,830	8,842			
Iridium	0,869		0,890	0,881	0,872	0,871	0,906	0,920			
Rhodium	0,030		0,030	0,030	0,030	0,030	0,036	0,036			
Palladium	0,006		0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,004			
Ruthénium	0,151		0,145	0,140	0,138	0,136	0,120	0,110	0,140	0,140	
Cuivre	0,016		0,016	0,016	0,018	0,016	0,016	0,016			
Fer	0,075	0,075	0,075	0,069	0,078	0,072	0,075	0,074			0,074
	10,004		10,008	9,987	9,990	9,989	9,989	10,002			

339978

» Les nombres de la colonne 3, relatifs au rhodium, au palladium, au cuivre et au fer, ont été empruntés à la colonne 1.

» Les analyses ont été faites par cinq méthodes différentes. Dans les analyses 8, 9 et 10, le ruthénium a été dosé au moyen de l'acide hyperruthénique volatilisé.

» En partant des densités prises à zéro degré, les calculs de M. Broch donnent les résultats suivants :

Densité calculée d'après l'analyse 1.....	20,88
Densité calculée d'après l'analyse 4.....	20,82
Moyenne.....	20,85

nombre presque identique à 20,83.

» La densité du platine iridié pur à zéro est au moins 21,6.

» Je suis avec respect, Monsieur le Président,

» Votre très-humble et très-obéissant serviteur.

» Signé : H. Sainte-Claire Deville, membre de l'Institut. »

Sans vouloir discuter ici les données scientifiques fournies par cette lettre, le Comité y trouve l'indice que l'alliage qui a servi à la fabrication des mètres n'est pas du platine iridié pur, mais contient plusieurs autres corps et notamment du fer ; et qu'en outre sa densité est sensiblement inférieure à celle du platine iridié.

Il reste ainsi établi que cette composition anomale exige de nouvelles recherches pour s'assurer que la présence des corps étrangers ne compromet pas les qualités physiques de l'alliage. Il est également de toute évidence qu'il serait impossible de reproduire dans l'avenir des prototypes d'une composition identique à celle, toute fortuite, que présentent les règles actuellement en fabrication.

Or cette possibilité de reproduction identique dans l'avenir est une des conditions indispensables pour les nouveaux prototypes, et une réforme des poids et mesures métriques qui ne remplirait pas cette condition fondamentale serait taxée à juste titre d'inconsidérée par les générations futures.

A la seconde demande concernant la remise des deux règles, la Section française donne pour motif de son refus de se dessaisir de deux règles en cours de fabrication la crainte de les voir soumises à des expériences que les autres n'auraient pas subies.

Or les déterminations de densité et de dilatation auxquelles ces

règles auraient dû servir n'auraient certainement altéré en rien leur nature. Et même, dans le cas où cette altération aurait été inévitable, le sacrifice de deux des nombreuses règles en voie de fabrication aurait été justifié par la nécessité de s'assurer définitivement si ces règles remplissaient les conditions imposées.

A la troisième demande ayant pour objet la remise au Comité d'échantillons de la matière, afin de les soumettre à de nouvelles analyses, il n'a été répondu autre chose si ce n'est qu'il serait possible aux membres de la Section française de remettre aux membres du Comité, s'ils le désirent, quelques échantillons de platine iridié, employé à la confection des règles.

Il est inutile d'insister sur l'impossibilité, pour le Comité international, d'accepter la remise des échantillons dans de telles conditions ; car ce ne serait pas une communication d'un corps scientifique à un autre corps scientifique, mais une communication personnelle qui n'aurait ni la portée ni l'authenticité nécessaires pour des travaux de cette importance.

Il résulte des explications qui précèdent que la Section française rend impossible au Comité tout concours efficace ; car, quel que soit le sens qu'on veuille attacher à l'article 4 des dispositions transitoires, on ne saurait admettre qu'il pût y avoir réellement concours du Comité à la confection des prototypes, si ces derniers étaient livrés au Comité seulement après leur entier achèvement.

Les délibérations du Comité sur ce sujet ont abouti aux résolutions suivantes, qui ont été adoptées dans la séance du 12 mai, par neuf voix, c'est-à-dire par tous les membres présents, auxquels il faut ajouter un membre absent qui avait délégué son vote :

« 1° En continuant à prendre pour guide une déclaration faite par l'ancien Comité permanent avant la Convention du 20 mai 1875 et par conséquent dans de toutes autres circonstances, la Section française méconnaît cette Convention et en particulier l'article 4 des dispositions transitoires, qui exige le concours du Comité international pour la construction des nouveaux prototypes.

» Institué par cette Convention, le Comité international ne peut admettre pour base de ses relations avec la Section française que les stipulations de la Convention du mètre. Toutes décisions antérieures, soit de la Commission internationale, soit de son Comité permanent, qui seraient en contradiction avec cette Convention, sont par le fait abrogées.

» 2° La Section française, en refusant d'accepter de la part du Comité tout concours efficace pour la construction des prototypes, et en vou-

ant remettre l'examen des règles, même au point de vue physique et chimique, jusqu'à leur entier achèvement au printemps prochain, encourt toute la responsabilité pour les conséquences d'un tel renvoi.

» Les doutes qui existent sur la nature chimique de l'alliage des prototypes font naître en même temps des doutes sur ses qualités physiques. Si ces doutes se trouvaient fondés, il se pourrait que le Comité ne pût pas recevoir ces prototypes, et il faudrait alors recommencer l'année prochaine la fabrication de nouvelles règles; et même, si l'examen auquel le Comité ne pourrait se livrer que dans un an était favorable, il résulterait du renvoi de cet examen un retard d'une année, au préjudice de toutes les nations qui ont commandé des prototypes.

» 3° Le Comité international décline, dès à présent, toute responsabilité de ces conséquences: il charge son Bureau d'exposer au Gouvernement français l'état des choses, d'expliquer l'impossibilité pour le Comité de prêter d'une manière efficace le concours prévu par l'article 4 des dispositions transitoires de la Convention, et de lui demander de bien vouloir donner une solution à une situation aussi contraire au texte de la Convention que préjudiciable à son but. »

» Par l'exposé qui précède le Bureau a rempli le mandat qu'il avait reçu du Comité. Il attend avec confiance du Gouvernement français une solution qui permette au Comité de s'acquitter de sa tâche conformément à la Convention du 20 mai 1875.

» *Le Président*,
» Signé : Gal Ibañez. »

» *Le Secrétaire*,
» Signé : Dr Ad. Hirsch. »

A cette démarche auprès du Gouvernement français, nous avons reçu la réponse que nous avons déjà portée à la connaissance du Comité par notre circulaire du 9 août dernier, et que nous transcrivons de nouveau ici pour rassembler tous les documents :

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES. — DIRECTION DES CONSULATS ET AFFAIRES COMMERCIALES.

Paris, 28 juillet 1876.

« Monsieur le Président,

» J'ai reçu, avec la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire le 15 mai dernier, le Mémoire adressé par le Comité international des poids et mesures au Gouvernement français pour lui signaler les diffi-

cultés qui se sont élevées entre le Comité et la Section française relativement à l'exécution de la Convention du mètre.

» Ce Mémoire a été, de la part de mon département et du Ministère de l'Agriculture et du Commerce à qui je l'ai communiqué, l'objet de la plus sérieuse attention. D'accord avec moi, M. Teisserenc de Bort a fait connaître à la Section française que le Gouvernement ne pouvait considérer les délibérations de l'ancien Comité permanent, prises antérieurement à la Convention du 20 mai 1875, comme devant seules, ainsi qu'elle paraissait le supposer, lui servir de direction dans les travaux qu'elle était chargée d'exécuter ; mais que, les dispositions transitoires annexées à la Convention ayant fixé le rôle du nouveau Comité international en ce qui touche la confection des mètres dont la Section française continue à être chargée, il était de notre devoir de nous y conformer. M. le Ministre du Commerce a ajouté que la Convention, en mettant fin à l'existence de l'ancien Comité permanent et en stipulant que le Comité international apporterait son concours à la Section française avait donné à ce nouveau Comité un droit et lui avait imposé une responsabilité qui s'expliquait par le caractère international des prototypes à construire, et que, par suite, la Section française était tenue de se conformer aux désirs exprimés par le Comité en vue d'accomplir la mission qui lui avait été confiée.

» La Section française a, en conséquence, été invitée, au nom du Gouvernement, à fournir au Comité international les renseignements qu'il peut avoir à lui demander, et je me plais à penser, Monsieur le Président, que cette communication, en prévenant le retour des difficultés qui m'ont été signalées, rétablira entre le Comité et la Section française l'entente et les bonnes relations que commandent à la fois l'intérêt de la Science et l'exécution de la Convention.

» Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

» Signé : DECAZES. »

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures.

Naturellement M. le Général Morin avait reçu, comme tous les autres membres de notre Comité, la circulaire du 9 août qui donnait connaissance de la réponse du Gouvernement français.

Quinze jours après, M. le Général Morin, en sa qualité de Vice-Président de la Section française, nous a fait parvenir la lettre suivante :

Paris, le 25 août 1876.

« Monsieur le Président et honoré Collègue,

» En rentrant à Paris, le 21 courant, d'un séjour aux eaux d'Allevard, j'ai trouvé votre lettre en date du 9 courant et je m'empresse de vous faire savoir que, conformément aux ordres que la Section française a reçus du Ministère de l'Agriculture et du Commerce, elle vous adressera sous peu de jours les renseignements demandés par le Comité international des poids et mesures sur la situation de ses travaux, ainsi qu'elle l'a fait précédemment.

» Cette situation comprendra :

» 1° La collection imprimée et complète des procès-verbaux de ses séances depuis la dernière réunion du Comité permanent ;

» 2° Une note sur les travaux plus récents qui ont fait suite à cette collection.

» Vous pourrez juger par la lecture de la première partie de ces documents, dont l'impression n'était pas terminée lors de la réunion du Comité international, qu'il n'était pas possible d'en fournir une analyse suffisamment complète dans le court espace de temps qui s'était écoulé entre cette réunion et la date à laquelle la demande m'en est parvenue.

» Vous serez, j'ai lieu de l'espérer, convaincu, par l'examen attentif de ce travail considérable, que les motifs qui en avaient retardé la communication au Comité étaient réels, et non inspirés à la Section française, comme le Comité a cru pouvoir le penser, par l'intention de se refuser à tenir le Comité au courant de tous les travaux qui lui ont été confiés.

» Quant à la seconde partie de ces documents, la rédaction est préparée; mais, avant de vous l'adresser, je dois la soumettre à la Section française, dont la plupart des membres sont absents de Paris à cette époque des vacances. Je tâcherai de les réunir le plus tôt possible, mais il m'est difficile de vous promettre l'envoi de ce travail avant le 20 ou le 25 septembre.

» Bien que l'ordre qui nous a été donné par notre Gouvernement ne parle que de la communication des renseignements dont je viens de parler, la Section française n'en est pas moins prête à remettre au Comité des échantillons du métal des règles, destinés aux analyses qui seraient jugées utiles et qui doivent être faites à Paris par le concours des membres du Comité et de la Section française, ainsi que cela a été admis, sans contestation, dans la dernière session de ce Comité.

» Il y aura donc lieu de s'entendre, à ce sujet, sur le choix du laboratoire où ce travail pourra être exécuté : celui de M. Peligot conviendrait probablement.

» La Section française désignera en temps utile ceux de ses membres qui participeront à ces recherches.

» Agréez, Monsieur le Président et honoré Collègue, l'assurance de ma parfaite considération.

» *Le Vice-Président de la Section française,*

» Signé : Gal A. MORIN. »

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures.

Comme cette lettre de M. le Vice-Président de la Section française n'était pas d'accord avec la solution que le Gouvernement français nous avait annoncée, le Bureau a dû faire une seconde démarche auprès du Gouvernement, en adressant à Son Exc. M. le duc Decazes la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Paris, le 1er octobre 1876.

« MONSIEUR LE MINISTRE,

» Le Bureau du Comité international des poids et mesures regrette d'être obligé de recourir encore une fois au Gouvernement français, pour lui faire connaître que la solution qu'il a bien voulu donner aux difficultés qui avaient surgi entre le Comité et la Section française n'a pas été exécutée.

» Nous nous étions empressés de porter, par circulaire du 9 août 1876, à la connaissance du Comité international, la lettre du 28 juillet que Votre Excellence a bien voulu nous adresser. Nous terminions notre circulaire par ces mots : « Aussitôt que la Section fran- » çaise nous aura communiqué les renseignements et nous aura fait » parvenir les règles et les échantillons que nous lui avons demandés » par notre lettre du 29 avril, il faudra prendre des mesures pour » analyser la matière et pour déterminer soit la densité, soit le coeffi- » cient de dilatation des règles. »

» En réponse à cette circulaire, qui a été communiquée naturellement aussi à M. le Général Morin, comme membre du Comité inter-

national, ce dernier, cette fois en sa qualité de Vice-Président de la Section française, nous a adressé la lettre suivante, que nous avons l'honneur de transcrire :

(Suit la dernière lettre de M. le Général Morin du 25 août.)

» Nous n'avons pas besoin d'attirer l'attention de Votre Excellence sur la contradiction manifeste qui existe entre cette lettre de M. le Général Morin et la décision du Gouvernement français, d'après laquelle « la Section française était tenue de se conformer aux désirs exprimés » par le Comité en vue d'accomplir la mission qui lui a été confiée ».

» En effet, les demandes que nous avons formulées à la Section française dans notre lettre du 29 avril étaient au nombre de trois ;

» 1° D'être renseignés sur l'état de ses travaux ;

» 2° De recevoir des échantillons du métal qui a servi à la fabrication des prototypes.

» 3° D'être mis en possession de deux règles en platine iridié, destinées aux nouveaux prototypes, dans leur état actuel.

» Il résulte de la lettre de M. le Général Morin que la Section française promet d'exécuter l'ordre du Gouvernement quant aux renseignements (que nous n'avons cependant pas encore reçus jusqu'à présent) ; qu'elle se déclare prête à nous fournir des échantillons de la matière, mais dans des termes et avec des restrictions que nous ne saurions accepter, bien que nous soyons décidés à faire toutes les expériences et analyses à Paris; enfin, que la Section française passe entièrement sous silence la troisième demande, que nous avons toujours envisagée comme la plus importante, à savoir, celle de nous remettre deux des règles, pour que le Comité puisse en examiner la densité et les autres qualités physiques.

» En présence de ces faits, nous sommes convaincus que le Gouvernement français, en donnant suite à la décision qu'il nous a communiquée par sa lettre du 28 juillet, voudra bien transmettre des ordres précis à la Section française pour qu'elle nous fournisse sans retard les renseignements promis et qu'elle remette, en toute forme, à M. Govi, Directeur du Bureau international des poids et mesures (2, rue de Grammont), comme représentant à Paris le Comité international, d'abord deux règles en platine iridié dans leur état actuel de fabrication, et ensuite des échantillons, du poids de 200gr environ chacun, du métal qui a servi à la fabrication, soit des mètres, soit des kilogrammes, en indiquant, pour ces règles et ces échantillons, s'ils proviennent du lingot primitif ou de lingots refondus, et en ajoutant des renseigne-

ments sur le nombre des refontes, le degré des recuits et le nombre des passes à la filière que ces matières ont subis.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'hommage de notre haute considération.

» *Le Président,*

» *Le Secrétaire,* » Signé : Gal IBAÑEZ. »

» Signé : D^r^ AD. HIRSCH. »

En attendant la réponse du Gouvernement français à cette nouvelle démarche, nous avons reçu de M. le Général Morin, le 16 octobre, des exemplaires imprimés des procès-verbaux de la Section française, et le 6 novembre, encore une nouvelle édition plus complète de ces mêmes procès-verbaux, comprenant ceux de toutes les séances du 19 octobre 1874 jusqu'au 25 septembre 1876. Enfin, à la fin de l'année, l' « Exposé de la situation des travaux de la Section française au 1er octobre 1876 » nous est parvenu.

Le 14 décembre nous avons reçu de Son Exc. M. le duc Decazes la réponse suivante à notre lettre du 1er octobre :

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES. — DIRECTION DES CONSULATS ET AFFAIRES COMMERCIALES.

Paris, le 12 décembre 1876.

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT.

» Les observations que vous m'avez fait l'honneur de me transmettre le 1er octobre dernier, au nom du Comité international des poids et mesures, relativement aux difficultés que la Section française opposerait à l'exécution de la décision du Gouvernement français, dont je vous ai donné connaissance le 28 juillet, ont été, de ma part et de celle de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, l'objet d'un examen attentif dont je m'empresse de vous communiquer le résultat.

» Vous rappeliez, dans votre lettre du 1er octobre, que le Comité avait demandé :

» 1° D'être renseigné sur l'état des travaux de la Section française ;

» 2° De recevoir des échantillons du métal qui a servi à la fabrication des prototypes ;

» 3° D'être mis en possession de deux règles en platine iridié destinées aux nouveaux prototypes, dans leur état actuel.

» Or il résulterait d'une lettre qui vous a été adressée par M. le

Vice-Président de la Section française que la Section serait prête à se conformer aux prescriptions du Gouvernement en ce qui touche les renseignements à fournir et la remise d'échantillons de la matière, avec certaines restrictions toutefois que le Comité ne saurait admettre, bien qu'il soit décidé à faire à Paris toutes les analyses et les expériences nécessaires ; mais M. le Vice-Président de la Section aurait passé sous silence la troisième demande concernant la remise de deux des règles, demande à laquelle le Comité attache la plus grande importance, afin de pouvoir déterminer la densité de ces règles et en examiner les autres qualités physiques.

» M. le Ministre du Commerce a lieu de penser, avec raison, que ces difficultés reposent en partie sur des malentendus.

» Je laisse de côté, Monsieur le Président, la question des renseignements à fournir, les membres du Comité international ayant actuellement en leur possession des exemplaires imprimés du compte rendu des travaux de la Section française.

» Quant à la remise des échantillons du métal employé et de deux règles en platine iridié, il convient de remarquer que, du moment où la Section française se déclare prête à répéter ses expériences avec le Comité dans le local du Conservatoire, l'engagement diplomatique qui résulte de l'article 4 des dispositions transitoires se trouve rempli ; cet article stipule, en effet, que « la Section française de la Commission » internationale de 1872 reste chargée des travaux qui lui ont été » confiés pour la reconstruction des nouveaux prototypes, avec le » concours du Comité international ».

» La difficulté paraît provenir uniquement de ce que le Comité demanderait que les échantillons et les règles lui fussent remis pour procéder aux expériences ailleurs qu'au Conservatoire. Or M. le Ministre du Commerce ne pense pas que, rigoureusement, cette demande soit fondée, alors surtout que les travaux d'établissement des laboratoires qui devront être installés dans le Pavillon de Breteuil, affecté au Bureau international des poids et mesures, sont loin d'être terminés. Il ne croit pas, toutefois, devoir insister sur ce point, en présence de la déclaration du Comité que les expériences seront faites à Paris ; mais il importe alors, afin d'éviter tout malentendu, de déterminer le local dans lequel ces expériences auront lieu.

» M. Teisserenc de Bort a donc désigné, dans une pensée de conciliation, les laboratoires établis à l'Hôtel de la Monnaie. Indépendamment de celui qui est affecté au service des essais, dirigé par M. Peligot, membre de l'Institut, il existe dans ce grand établissement d'autres laboratoires vastes, parfaitement installés, éclairés et aérés, qui peuvent

être avantageusement utilisés pour les expériences à faire par le Comité. Il est bien entendu, d'ailleurs, que les membres de la Section française seraient appelés à prendre part à ces expériences.

» Je me plais à penser, Monsieur le Président, que ces dispositions, qui ont été portées par M. le Ministre du Commerce à la connaissance de la Section française, avec invitation de remettre les échantillons et les deux règles en platine iridié à M. le Directeur du Bureau international des poids et mesures, donneront complète satisfaction au désir exprimé par le Comité international.

» Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

» Signé : DECAZES. »

Espérant que cette nouvelle décision du Gouvernement français en faveur de nos réclamations nous permettrait de commencer les travaux prochainement, nous avons accepté les conditions dans lesquelles le Gouvernement nous offrait la remise des règles et échantillons, par la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 14 janvier 1877.

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» Le Bureau du Comité international a reçu la lettre que vous avez bien voulu adresser à son Président le 12 décembre 1876, et dans laquelle vous lui annoncez que M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce a invité la Section française à remettre les échantillons et les règles en platine iridié à M. le Directeur du Bureau international des poids et mesures.

» En conséquence, nous avons chargé M. Govi de se mettre à la disposition de M. le Général Morin, Vice-Président de la Section française, pour recevoir, au nom du Comité international, les règles et les échantillons de la matière destinée à la fabrication des prototypes.

» Nous remercions le Gouvernement français de nous avoir offert de vastes laboratoires dans l'Hôtel de la Monnaie, et nous espérons qu'ils pourront être avantageusement utilisés pour les expériences à faire par le Comité.

» Nous nous empressons d'ajouter, Monsieur le Ministre, que non-seulement le Comité a toujours entendu que les membres de la Section française seraient appelés à assister aux recherches qu'il fera faire sur

la composition et la nature de l'alliage préparé, mais que nous devons réclamer le concours actif de l'un de ses membres, M. Sainte-Claire Deville, puisqu'il s'agit essentiellement de contrôler des faits énoncés par lui et de vérifier ses méthodes d'investigation.

» Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de notre plus haute considération.

» *Le Président*;
» Signé : Gal IBAÑEZ. »

» *Le Secrétaire*,
» Signé : D^r AD. HIRSCH. »

A Son Excellence Monsieur le duc Decazes, Ministre des Affaires étrangères, à Paris.

En même temps nous avons prié nos collègues, MM. Stas et Broch, de bien vouloir se charger, avec M. le Directeur du Bureau international, des travaux d'analyse et de pesées que nous espérions pouvoir commencer au plus tard vers le milieu de février. Ces messieurs ont bien voulu accepter cette mission et M. Broch est arrivé à Paris le 22 février.

Après avoir attendu de nouveau deux mois, sans recevoir les règles et les échantillons, nous avons cru devoir porter ces nouveaux retards à la connaissance du Gouvernement français et décliner de nouveau formellement, au nom du Comité international, toute responsabilité pour ces fâcheux retards et pour la nécessité dans laquelle se trouvera le Comité, d'examiner seulement après la remise des prototypes fabriqués par la Section française si leur composition chimique est conforme au programme et répond à leur destination, et de ne pas pouvoir les recevoir s'il n'en était pas ainsi.

Nous avons accompli ce devoir par la lettre suivante, qui contient un résumé de tous les incidents principaux de cette affaire :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 15 mars 1877.

« MONSIEUR LE MINISTRE,

» Après avoir attendu jusqu'à la fin de janvier la remise des règles et des échantillons à laquelle, suivant la communication de Votre Excellence du 12 décembre dernier, la Section française avait été invitée par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, M. le Directeur du Bureau international des poids et mesures a écrit le 30 janvier à M. le Général Morin, pour lui demander de bien vouloir lui indiquer

le jour et l'heure qu'il lui plairait de fixer pour la remise des règles et des échantillons. Le 15 février M. le Vice-Président de la Section française a répondu à M. Govi qu'il tenait à sa disposition les échantillons du métal, mais, quant aux règles demandées par le Comité, il n'avait pas encore reçu la réponse du Ministre aux observations que la Section française lui avait soumises sur le mode d'exécution des ordres qu'il lui avait transmis.

» A cette lettre M. le Directeur du Bureau international a répondu le lendemain qu'il ne saurait accepter les échantillons du métal sans les règles, sur lesquelles nos études devaient porter en même temps, et qu'il espérait que la réponse de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce ne se ferait pas attendre longtemps, de sorte que la remise des objets demandés pourrait avoir lieu prochainement.

» Le Comité international n'a encore rien reçu jusqu'à ce jour.

» Bien que nous ayons l'assurance qu'il n'y a rien de changé dans les dispositions du Gouvernement français, nous avons cru devoir porter ces nouveaux retards officiellement à la connaissance du Gouvernement, afin de constater que, après avoir accepté, par la lettre que nous avons eu l'honneur d'adresser le 14 janvier à Votre Excellence, toutes les conditions de local et de coopération que le Gouvernement français avait fixées pour la remise des règles et échantillons, nous attendons encore aujourd'hui l'exécution des ordres que la Section française a reçus à cet égard par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce.

» Or, comme la Section française s'est proposé de livrer les prototypes, dont la fabrication lui a été confiée, au mois de mai prochain, il est à craindre que, par suite de tous ces retards, le Comité international ne puisse examiner la composition chimique et les propriétés physiques des étalons que sur les prototypes terminés.

» Dans ces circonstances nous avons le devoir, Monsieur le Ministre, de décliner de nouveau, au nom du Comité international, toute responsabilité des fâcheuses conséquences qui pourront résulter du fait que le Comité a été mis dans l'impossibilité d'examiner à temps l'alliage préparé par la Section française. Dans ce but il suffit de constater qu'il résulte de la correspondance que nous avons eu l'honneur d'échanger avec Votre Excellence à ce sujet :

» Que le 24 avril 1875 le Comité international a prévenu la Section française qu'on pourrait disposer de tout le temps nécessaire pour l'étude approfondie de la matière des prototypes au point de vue de ses propriétés physiques et de sa composition chimique ;

» Que le 29 avril 1876 le Comité international, en invoquant son droit de concourir à la construction des prototypes, stipulé dans l'ar-

ticle 4 des dispositions transitoires de la Convention du mètre, a demandé à la Section française de lui remettre deux règles et des échantillons du métal pour pouvoir les examiner ;

» Que, sur le refus de la Section française, le Comité a adressé le 15 mai 1876 au Gouvernement français un *Exposé sur les difficultés relatives à l'exécution de la Convention du mètre,* dans lequel nous demandions une solution à une situation aussi contraire au texte de la Convention que préjudiciable à son but ;

» Que le 28 juillet 1876 Votre Excellence nous a fait savoir que M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce avait reconnu « que » la Section française était tenue de se conformer aux désirs exprimés » par le Comité en vue de remplir la mission qui lui a été confiée » ;

» Que le 1er octobre 1876 nous avons demandé de nouveau au Gouvernement français de bien vouloir donner des ordres précis à la Section française pour qu'elle remette les règles et échantillons au Directeur du Bureau international ;

» Que le 12 décembre 1876 Votre Excellence nous a informés que M. le Ministre du Commerce avait invité la Section française à remettre les échantillons et les deux règles en platine iridié à M. le Directeur du Bureau international des poids et mesures ;

» Que le 15 février 1877 M. le Vice-Président de la Section française répète l'offre faite déjà le 6 mai 1875, de remettre au Comité des échantillons du métal; mais, quant aux règles demandées, il déclare attendre encore une décision de M. le Ministre ;

» Qu'aujourd'hui, le 15 mars 1877, le Comité international n'est pas encore mis en possession des règles et échantillons qu'il a demandés le 29 avril 1876 et que le Gouvernement français avait chargé la Section française à deux reprises de lui remettre.

» Enfin, pour prouver que le Comité international n'a rien négligé, pour remplir le devoir qui lui incombe et pour éviter tout retard nuisible, il ne nous reste qu'à ajouter que depuis deux mois nous avons désigné MM. Stas, Broch et Govi pour exécuter au nom du Comité les analyses et expériences nécessaires, que ces Messieurs se sont entendus avec MM. Peligot et Deville sur l'aménagement du laboratoire de la Monnaie et qu'ils n'attendent que la remise des règles et échantillons pour commencer les travaux, auxquels pourront prendre part les membres de la Section française qui voudront y assister.

» Agréez, Monsieur le Ministre, l'assurance de notre plus haute considération.

» *Le Président,*
» Signé : Gal Ibañez. »

» *Le Secrétaire,*
» Signé : Dr Ad. Hirsch. »

En réponse à cette lettre nous avons reçu la communication suivante du Ministère des Affaires étrangères de France.

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, 23 avril 1877.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai reçu la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire le 15 du mois dernier, au nom du Comité international des poids et mesures, pour me signaler les retards apportés par la Section française dans la remise des échantillons et des règles de platine iridié.

Je me suis empressé d'appeler sur cet état de choses l'attention particulière de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, en lui faisant observer que le laboratoire de la Monnaie était complétement installé et que les Membres du Comité délégués pour procéder aux expériences n'attendaient que la livraison des règles pour accomplir leur mission.

En réponse à cette Communication, M. Teisserenc de Bort m'annonce qu'il a renouvelé à M. le Vice-Président de la Section française l'invitation formelle de remettre entre les mains de la Sous-Commission les échantillons et les deux règles en platine réclamés par le Comité. J'ai donc tout lieu de penser, Monsieur le Président, que rien ne s'opposera plus à l'exécution de la décision qui avait été prise par M. le Ministre du Commerce et dont j'ai eu l'honneur de vous donner avis par une lettre du 12 décembre dernier.

Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

Signé : DECAZES.

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures.

D'un autre côté, M. le Vice-Président de la Section française nous avait annoncé, dès le 17 avril, qu'il avait fait remettre au Ministère de l'Agriculture et du Commerce, pour être tenus à la disposition de la Sous-Commission du Comité international, deux règles en platine iridié et quatre échantillons du métal provenant de diverses fontes, avec les indications faisant connaître leur origine.

En effet, le 28 avril, M. Peligot, membre de la Section française, auquel M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce en avait confié le soin, a remis à M. Govi, Directeur du Bureau international des poids et mesures, les deux règles et les quatre échantillons.

Le lendemain, nous avons prié M. le Vice-Président de la Section française de nous indiquer les membres de la Section désignés pour assister aux travaux de notre Commission, que nous avons invitée à commencer immédiatement les études.

Ces Messieurs, ayant trouvé les locaux offerts à l'Hôtel des Monnaies impropres aux pesées de précision et à la plupart des analyses délicates qu'ils avaient à faire, ont commencé les travaux dans les laboratoires de l'École Normale supérieure, qu'on avait obligeamment mis à leur disposition.

Les recherches scrupuleuses que nos collègues, MM. Stas et Broch, ont poursuivies, avec le concours dévoué de M. Sainte-Claire Deville, pendant plus de trois mois, et auxquelles quelques autres membres de la Section française ont assisté à plusieurs reprises, ont démontré que l'alliage employé n'était réellement pas assez pur ni assez conforme au programme pour qu'on pût envisager que les prototypes fabriqués avec cette matière offrissent toutes les conditions de garantie déterminées par la Commission internationale du mètre, ainsi que cela est exigé par la Convention du mètre.

En attendant, le Gouvernement français avait réorganisé la Section française en nommant président M. Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, et en lui adjoignant cinq autres membres de l'Académie. Le Comité en a été informé par la dépêche suivante :

Paris, 8 septembre 1877.

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai l'honneur de vous informer qu'un décret rendu le 21 août dernier par M. le Président de la République, sur la proposition de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, a reconstitué sur de nouvelles bases la Section française de la Commission internationale du mètre, en portant le nombre de ses membres de neuf à quinze, et en attribuant la présidence à M. Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, en remplacement de M. Mathieu, décédé.

Je m'empresse, Monsieur le Président, de vous transmettre une ampliation de ce décret.

Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

Signé : DECAZES.

21 août 1877.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,

Vu la décision impériale du 1er septembre 1869, portant désignation des membres qui doivent représenter le Gouvernement français dans la Commission internationale chargée d'établir un mètre à traits ;

Considérant l'importance de la mission déléguée à la Section française par la Commission internationale, et les difficultés auxquelles donne lieu l'accomplissement de cette mission ;

Sur le Rapport du Ministre de l'Agriculture et du Commerce,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER.

Le nombre des membres de la Section française de la Commission internationale du mètre est porté de neuf à quinze.

ART. 2.

Sont nommés membres de ladite Section :

MM. DUMAS, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
BOUSSINGAULT, Membre de l'Académie des Sciences.
PHILLIPS, Membre de l'Académie des Sciences.
FREMY, Membre de l'Académie des Sciences.
MOUCHEZ, Membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes.
LŒWY, Membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes.

ART. 3.

M. Dumas est nommé Président de la Section française, en remplacement de M. Mathieu, décédé.

ART. 4.

Le Ministre de l'Agriculture et du Commerce est chargé de l'exécution du présent décret.

Signé : Mal DE MAC-MAHON.

Par le Président de la République :

Le Ministre de l'Agriculture et du Commerce,

Signé : C. DE MEAUX.

Pour ampliation :

Le Conseiller d'État, Secrétaire général,

Signé : OZENNE.

Dans la première séance de la session de cet automne, le Comité a reçu communication, par M. Stas, du résultat important d'après lequel la densité du platine iridié à 10 pour 100 dépasse très-considérablement la densité de l'alliage préparé par la Section française, et a décidé de porter ce fait à la connaissance de celle-ci, ce qui a été fait par la lettre suivante :

Paris, le 11 septembre 1877.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Nous avons l'honneur de porter à votre connaissance que le Comité international des poids et mesures est réuni actuellement à Paris, pour y tenir sa session réglementaire ; il sera heureux de recevoir les communications que la Section française voudra bien lui faire parvenir.

Nous saisissons cette occasion pour vous communiquer le résumé sommaire de l'exposé verbal que M. Stas, au nom de la Sous-Commission chargée de préparer des types de platine pur, d'iridium pur et de l'alliage de platine iridié à 10 pour 100, vient de faire au Comité, sur la demande du Président, dans la séance d'aujourd'hui. Il résulte des études faites par cette Commission que le poids spécifique du platine pur est au minimum 21,46, celui de l'iridium pur 22,38 et que 21,55 est la valeur minima du poids spécifique du platine iridié à 10 pour 100, c'est-à-dire de l'alliage qui, aux termes des décisions de la Commission internationale, consacrées par la Convention du mètre, doit servir à la confection de prototypes.

Ces résultats de laboratoire sont en plein accord avec le travail de l'industrie du platine; en effet, la Commission a reçu communication de métaux préparés en grand par M. Matthey, pour lesquels elle a constaté des poids spécifiques identiques à ceux indiqués ci-dessus.

La Section française appréciera comme nous l'importance de ces résultats fondamentaux, qui reposent sur des recherches entourées de toutes les garanties d'exactitude et de tous les contrôles. Lorsque la Sous-Commission nous aura fait son Rapport sur les recherches auxquelles elle s'est livrée au sujet des règles et échantillons que la Section française nous a fournis, nous nous empresserons de vous en communiquer les résultats.

Veuillez agréez, Monsieur le Président, l'assurance de notre haute considération.

Le Président,
Signé : Gal IBAÑEZ.

Le Secrétaire,
Signé : D^r AD. HIRSCH.

Monsieur Dumas, Président de la Section française de la Commission internationale du mètre à Paris.

Dans la deuxième séance, du 13 septembre, le Comité a reçu le Rapport de la Sous-Commission chargée de l'examen

des règles et des échantillons fournis par la Section française. Les conclusions de ce Rapport constatent :

1° Que le poids spécifique à zéro des règles et échantillons varie de 21,09 à 21,01, et par suite que l'alliage n'est pas homogène;

2° Que l'alliage de platine et d'iridium purs à 10 pour 100 d'iridium présente un poids spécifique de 21,55 au minimum;

3° Que l'alliage des règles renferme environ 3 pour 100 de métaux étrangers, soit 2 $\frac{1}{2}$ pour 100 de métaux oxydables et volatils; que, par suite, la composition de l'alliage n'est pas conforme aux prescriptions de la Commission internationale de 1872, et qu'il ne présente pas les conditions imposées par l'article premier des dispositions transitoires de la Convention du mètre.

Suivant la décision du Comité, ce Rapport a été communiqué également le même jour à la Section française par la lettre suivante :

Paris, 13 septembre 1877.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Nous avons l'honneur de vous informer que M. Stas vient de communiquer au Comité international des poids et mesures le Rapport sur les travaux accomplis par la Sous-Commission chargée d'examiner les règles et les échantillons fournis par la Section française.

Les résultats de cette étude considérable ont une portée telle pour l'œuvre dévolue à la Section française et à laquelle nous devons prêter notre concours, que le Comité a cru devoir autoriser M. Stas à vous les communiquer, Monsieur le Président, afin que la Section française en eût connaissance sans retard.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de notre haute considération.

Le Président,
Signé : Gal IBAÑEZ.

Le Secrétaire,
Signé : Dr AD. HIRSCH.

Monsieur Dumas, Président de la Section française de la Commission internationale du mètre.

Le Comité international ayant appris que la Section française, après avoir eu connaissance de ce Rapport, avait décidé de continuer la fabrication des mètres avec le métal dont la

Sous-Commission venait d'établir la composition inadmissible, a été obligé de prendre, après délibération, dans la séance du 19 septembre, la résolution suivante [1].

Le Bureau ayant porté immédiatement cette résolution à la connaissance du Gouvernement français, M. le Président a reçu la communication suivante :

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, 6 octobre 1877.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Par la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire le 19 septembre dernier, vous avez porté à la connaissance du Gouvernement français le résultat des expériences auxquelles le Comité international des poids et mesures a soumis le métal employé par la Section française pour la confection des prototypes du mètre et du kilogramme. Le Comité ayant constaté que la composition de l'alliage n'était point conforme aux prescriptions de la Commission internationale de 1872, et n'offrait point par suite aux États signataires de la Convention du mètre les conditions de garantie déterminées par l'article premier des dispositions transitoires, a déclaré qu'il ne pouvait recevoir des règles et des cylindres destinés à devenir des mètres et des kilogrammes prototypes qui auraient été confectionnés avec cet alliage, et il a demandé, en conséquence, que la fabrication des mètres commencée par la Section française fût suspendue, et que de nouveaux prototypes répondant aux conditions sanctionnées par la Commission du mètre fussent préparés.

Je m'étais empressé, Monsieur le Général, de communiquer à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce la décision du Comité international, et je viens de recevoir la réponse de M. le vicomte de Meaux. Il en résulte qu'au moment où cette décision était prise, la Section française, réorganisée sur de nouvelles bases, s'occupait également de la question d'achèvement des mètres en cours d'exécution. La Section émettait l'avis que ces mètres devaient être continués jusqu'à complète terminaison, et qu'il conviendrait, en même temps, d'exécuter trois nouveaux mètres avec des métaux purifiés par les méthodes les plus récentes.

---

[1] Voir le texte de cette résolution, *Procès-Verbaux*, p. 56, 57.

Le Comité international et la Section française se trouvant donc d'accord sur ce point, la fabrication de nouveaux mètres, M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce a invité cette Section à préparer trois nouveaux mètres dans les conditions indiquées, c'est-à-dire avec les métaux les plus perfectionnés.

En ce qui touche les mètres anciens, M. le vicomte de Meaux a pensé qu'il n'y avait pas lieu d'autoriser quant à présent, conformément à l'avis de la Section, l'achèvement de tous ces mètres, mais qu'il convenait de se borner à en terminer complétement trois. De cette manière, le Comité international sera saisi ultérieurement de trois mètres exécutés avec les métaux les plus perfectionnés, et de trois mètres anciens, et M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce espère que l'étude comparative à laquelle le Comité se trouvera ainsi en mesure de se livrer le conduira à une solution des questions difficiles que soulève l'importante et délicate entreprise à laquelle il consacre ses soins.

Je ne puis, Monsieur le Président, que vous faire part de ces dispositions.

Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

Signé : Decazes.

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité internationa des poids et mesures.

Aussitôt que les trois mètres en métal pur, mentionnés dans la dernière dépêche de M. le Ministre, auront été remis au Comité, celui-ci s'empressera d'en étudier les propriétés chimiques et physiques, et communiquera au Gouvernement français le résultat de cette étude, afin que, s'il est favorable, comme il y a lieu de l'espérer, la fabrication en grand des prototypes puisse commencer dans le plus bref délai possible.

En attendant, le Comité international, prévoyant depuis quelque temps que la Section française ne pourrait lui fournir les prototypes au mois de mai de cette année, comme elle l'avait espéré, et voulant s'assurer d'avance les moyens d'étudier les étalons qui lui seront présentés, a décidé déjà, dans ses séances des 8 et 12 mai 1876, de se procurer des

types de platine et d'iridium purs, aussi bien que de l'alliage des deux métaux au titre droit. En outre, dans les séances des 15 et 22 septembre 1877, le Comité a décidé de faire construire deux mètres et deux kilogrammes types en platine iridié pur, qui serviront en même temps à l'examen et à la rectification de nos comparateurs et balances (¹).

Madrid et Neuchâtel, le 4 décembre 1877.

Monsieur le Ministre,

Nous avons eu l'honneur de recevoir la dépêche du 6 octobre dernier par laquelle Votre Excellence a bien voulu nous faire savoir que le Gouvernement français a invité la Section française à préparer trois nouveaux mètres avec du platine iridié pur.

Les belles méthodes qui, grâce surtout aux travaux de deux chimistes français, sont acquises à la Science et même à l'industrie métallurgique, sont une garantie que ces étalons répondront à toutes les exigences de la grande réforme des poids et mesures métriques qui est le but de nos efforts.

Aussitôt que ces mètres nous seront remis, le Comité s'empressera de les examiner soigneusement, et il sera heureux de communiquer à la Section française le résultat satisfaisant de cette étude.

Par contre, nous ne saurions voir un avantage réel à soumettre à de nouvelles recherches les trois mètres anciens que la Section française est autorisée à terminer. En effet, l'étude consciencieuse et complète que notre Sous-Commission a faite des règles et échantillons, avec le concours et en présence de plusieurs membres de la Section française, a démontré, avec une évidence scientifique parfaite, des défauts chimiques de la matière tels que, quelles que fussent les autres qualités physiques et métrologiques de ces règles que de nouvelles recherches pourraient constater, le Comité international ne saurait assumer la responsabilité de recevoir des prototypes auxquels manque-

(¹) L'impression du Rapport était déjà presque terminée lorsque le Bureau du Comité a expédié la réponse à la dernière dépêche du Gouvernement français. Afin de compléter les documents du § III, nous avons cru devoir donner en supplément la Lettre suivante, que le Comité a eu l'honneur d'adresser à M. le Ministre des Affaires étrangères.

raient les garanties fondamentales d'inaltérabilité, exigées par la Commission internationale et stipulées par la Convention du mètre.

Nous saisissons cette occasion, Monsieur le Ministre, pour recommander à la sollicitude du Gouvernement français une autre partie de l'œuvre commune, confiée aux soins de la Section française et du Comité international, la construction des kilogrammes prototypes.

En effet, l'époque de la fabrication définitive des prototypes se trouverait très-heureusement avancée, si la Section française pouvait nous envoyer, avec les trois mètres, également trois kilogrammes du même métal perfectionné.

Le Comité international serait tout particulièrement reconnaissant au Gouvernement français de bien vouloir inviter la Section française à faire préparer, dès à présent, aussi trois kilogrammes en platine iridié pur.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de notre plus haute considération.

Le Président,
Signé : Gal Ibañez.

Le Secrétaire,
Signé : D^r^ Ad. Hirsch.

A Son Excellence Monsieur le Ministre des Affaires étrangères de France à Paris.

IV. — Question du Chemin de fer.

Au commencement d'août 1876 le Bureau du Comité a appris qu'un chemin de fer du pont de l'Alma à Courbevoie avait été concédé et que, d'après le tracé projeté, cette voie ferrée passerait tout près de Breteuil, où la gare de Sèvres serait établie droit au pied de la colline qui porte notre établissement.

Après avoir pris des renseignements plus précis qui confirmaient ces premiers avertissements, nous avons prié M. le Directeur du Bureau international de faire des expériences spéciales pour étudier dans le voisinage de Sèvres, à l'aide du bain de mercure, l'étendue des trépidations causées par le passage des trains, expériences dont M. le Directeur a rendu compte dans son Rapport.

Par suite de ces recherches et des renseignements que nous nous étions procurés sur les conditions géologiques des environs de Breteuil, nous avons attiré l'attention du Gouvernement français sur le danger que le voisinage de ce chemin de fer offrirait pour notre établissement et nous avons réclamé contre le projet du tracé dont nous avions connaissance. Voici les lettres que nous avons adressées à ce sujet à M. le Ministre des Affaires étrangères :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Paris, e 1er octobre 1876.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Nous avons été informés que la Compagnie du chemin de fer de l'Ouest a obtenu, par la loi du 31 décembre 1875, la concession d'une ligne allant du pont de l'Alma, le long de la rive gauche de la Seine, par Sèvres, jusqu'aux Moulineaux et à Courbevoie, et que le projet de cette ligne prévoit un tracé qui passe à proximité immédiate de l'établissement scientifique international que le Comité des poids et mesures fait construire actuellement à Breteuil sur le terrain que le Gouvernement français a bien voulu concéder dans ce but.

Nous avons pu prendre connaissance des plans du projet, desquels il résulte que la distance minima de la voie ferrée au Bureau international des poids et mesures ne serait que de 250m, et qu'une gare serait établie, dans le parc, droit au-dessous de notre établissement, entre la Seine et la nouvelle Manufacture de porcelaine.

Or un tel voisinage d'un chemin de fer et d'une gare constituerait un véritable danger pour le Bureau international des poids et mesures, dont les travaux de mesurages et de pesées de précision seraient sérieusement compromis, peut-être même rendus complétement impossibles par les trépidations du sol causées par le mouvement des trains. Il est reconnu généralement que les établissements scientifiques, dans lesquels il s'agit de faire des observations de haute précision, ont à redouter extrêmement les trépidations du sol produites par le mouvement des voitures dans les rues, et surtout par les trains de chemin de fer. C'est une des principales raisons pourquoi l'on construit actuellement les observatoires astronomiques, magnétiques et météorologiques en dehors des grandes villes, dans des positions où pareil danger n'est pas à craindre.

C'est pour cette raison aussi que le Comité international a choisi un emplacement dans le parc de Saint-Cloud où, à l'époque où il a sollicité et obtenu du Gouvernement français la concession du pavillon de Breteuil, il avait toute raison de croire l'établissement international à l'abri de ce grave inconvénient.

L'exécution du chemin de fer en question, avec le tracé tel qu'il est projeté, dérangerait complètement les conditions dans lesquelles la concession du terrain de Breteuil nous a été faite et enlèverait « toutes les garanties de tranquillité et de stabilité » que, d'après l'article 1er du règlement annexé à la Convention du mètre, doit présenter le bâtiment où le Bureau international des poids et mesures sera établi.

Comme notre établissement scientifique international serait ainsi très-sérieusement menacé dans son existence, il est de notre devoir d'appeler l'intervention du Gouvernement français pour écarter ce danger, en nous appuyant sur l'article 2 de la Convention du mètre, par lequel le Gouvernement français s'est engagé à faciliter l'acquisition ou s'il y a lieu, la construction d'un bâtiment affecté au Bureau des poids et mesures dans les conditions déterminées par le règlement, c'est-à-dire présentant toutes les garanties nécessaires de tranquillité et de stabilité.

Nous avons fait exécuter des expériences spéciales dans le parc de Saint-Cloud près de notre futur observatoire, pour déterminer l'étendue des trepidations produites par le passage des trains et sensibles pour des instruments de précision, tels que nous les emploierons. Il résulte de ces expériences que nous ne serons à l'abri de ces mouvements sensibles du sol qu'à la distance minima de 500m.

Par conséquent, nous avons l'honneur de prier le Gouvernement français de refuser son approbation à tout tracé de chemin de fer qui s'approcherait du Bureau international des poids et mesures à Breteuil de plus de 500m.

Nous avons trop de confiance dans la sollicitude éclairée du Gouvernement français, qui ne voudra pas laisser compromettre, dès l'origine, un établissement qu'il vient de fonder avec le concours des autres États contractants, pour ne pas être certain qu'il prendra, dès à présent, les mesures nécessaires pour maintenir dans toute leur intégrité, en faveur du Bureau international des poids et mesures, les conditions de tranquillité et de stabilité qu'il a entendu lui assurer en lui offrant l'emplacement de Breteuil.

Comme les constructions se poursuivent déjà activement à Breteuil, nous serions particulièrement reconnaissant à Votre Excellence de bien vouloir communiquer sans retard notre opposition contre le tracé

projeté aux autorités que cela concerne, et de nous faire connaître le plus tôt possible les mesures qui auront été prises pour mettre notre établissement à l'abri du danger qui le menace.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de notre plus haute considération.

Le Président,

Signé : Gal IBAÑEZ.

Le Secrétaire,

Signé : D^r^ AD. HIRSCH.

A Son Excellence Monsieur le duc Decazes, Ministre des Affaires étrangères, à Paris.

Madrid et Neuchâtel, le 8 juin 1877.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Au mois d'octobre dernier, nous avons eu l'honneur de soumettre au Gouvernement français les considérations qui obligeaient le Comité international des poids et mesures à faire opposition contre le tracé projeté du chemin de fer Moulineaux-Courbevoie, qui, passant à proximité immédiate de Breteuil, menacerait notre établissement scientifique international en compromettant ses travaux de précision, par suite des trépidations du sol causées par la circulation des trains.

Après avoir été informés que nos réclamations avaient été transmises aux autorités compétentes, nous n'avons pas encore reçu connaissance des mesures qui ont été prises pour mettre le Bureau international des poids et mesures à l'abri du danger qui le menace.

Les recherches qui avaient été ordonnées par M. le Ministre des Travaux publics, pour examiner la nature géologique du sol à Breteuil, n'ont pas été continuées.

Dernièrement M. le Directeur du Bureau international a été informé par M. de Villiers du Terrage, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, que la Compagnie de l'Ouest a soumis le 5 mai à M. le Ministre des Travaux publics un tracé, dans lequel il n'a été tenu aucun compte de nos réclamations, et qui ne s'éloigne pas même près de Sèvres jusqu'au bord de la Seine, ce qui augmenterait la distance au pavillon de Breteuil du moins à 350^m^.

Le Comité international ne peut donc que répéter sa demande au Gouvernement français, de bien vouloir refuser son approbation à la partie du tracé dans le parc de Saint-Cloud qui s'approcherait trop du Bureau international des poids et mesures et compromettrait les

conditions de tranquillité et de stabilité que le Gouvernement a entendu lui garantir en concédant l'emplacement de Breteuil au Comité international.

Priant Votre Excellence de bien vouloir nous faire informer de la solution que le Gouvernement français entend donner à cette difficulté, nous avons l'honneur, Monsieur le Ministre, de vous présenter l'hommage de notre plus haute considération.

Le Président,
Signé : Gal Ibañez.

Le Secrétaire,
Signé : Dr Ad. Hirsch.

A Son Excellence M. le duc Decazes, Ministre des Affaires étrangères, à Paris.

Ces démarches ont reçu la réponse suivante :

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, 23 juin 1877.

Monsieur le Président,

J'ai reçu la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire le 8 de ce mois, afin d'appeler de nouveau mon attention sur les inconvénients que présenterait, pour les travaux du Bureau international des poids et mesures, l'exécution du projet d'établissement du chemin de fer destiné à relier le pont de l'Alma aux Moulineaux et à Courbevoie.

Je m'étais empressé, dès le mois d'octobre dernier, de recommander l'objet de cette réclamation à M. le Ministre des Travaux publics, en insistant sur les considérations exposées par le Comité international. La réponse à cette communication ne m'étant point encore parvenue, je viens d'entretenir de nouveau de la question M. Pâris, en lui demandant de me mettre en mesure de vous faire connaître, dans le plus bref délai possible, le résultat de l'examen dont elle aura été l'objet de la part de son Département.

Agréez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

Signé : Decazes.

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures, à Madrid.

Au mois de mai, M. de Villiers du Terrage, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a informé M. Govi que la Compagnie de l'Ouest, après avoir étudié plusieurs tracés, s'est arrêtée à un tracé dans lequel il n'est point tenu compte de nos réclamations ; en même temps M. l'ingénieur en chef demanda l'avis de M. le Président du Comité sur la question de savoir si le Comité international ne pourrait pas, tout en maintenant formellement ses réserves dont il lui serait donné acte, consentir à laisser établir le chemin de fer ; si la circulation des trains produisait réellement les trépidations que redoute le Bureau, le bâtiment d'expérience serait déplacé et rétabli sur un point déterminé dès à présent, sans que le Comité ait à contribuer à aucune des dépenses qu'entraînerait ce déplacement.

M. le Président a fait remercier M. de Villiers du Terrage des renseignements qu'il a eu la complaisance de donner à M. Govi, et a fait ajouter que le Comité attendait une réponse officielle du Gouvernement français aux réclamations qu'il lui avait adressées par l'organe du Ministère des Affaires étrangères, conformément à la Convention du mètre.

Pendant sa session, le Comité a reçu la réponse suivante du Gouvernement français :

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, 8 septembre 1877.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Par deux lettres en date du 2 octobre et du 8 juin derniers, vous avez bien voulu, au nom du Comité international des poids et mesures, appeler mon attention sur les inconvénients que présenterait le tracé du chemin de fer projeté des Moulineaux à Courbevoie, qui, par sa proximité du Bureau installé au pavillon de Breteuil, paraîtrait devoir compromettre les travaux de précision de cet établissement, en raison des trépidations du sol causées par la circulation des trains.

Cette réclamation s'appuyant à la fois sur un intérêt scientifique de premier ordre et sur l'exécution d'un engagement diplomatique a été soumise, sur ma demande, au plus sérieux examen par M. le Ministre des Travaux publics. Après avoir provoqué les observations de la

Compagnie concessionnaire du chemin projeté, et reçu des rapports détaillés des ingénieurs chargés du contrôle de cette ligne, M. Pâris a pris l'avis de l'Inspecteur général compétent et a consulté enfin le Conseil général des Ponts et Chaussées.

Il résulte de cette enquête approfondie que la Compagnie de l'Ouest ne croit pas que la circulation de ses trains puisse avoir de conséquences fâcheuses pour les installations du Comité international des poids et mesures. Elle a, néanmoins, étudié deux variantes éloignant le chemin de fer du pavillon de Breteuil.

La première reporterait le tracé au bord de la Seine, mais seulement à une distance de 325^{m} de ce pavillon, tandis que le Comité regarde comme nécessaire un éloignement de 500^{m}, et les rails seraient, au passage du pont de Sèvres, en contre-bas de la crue de 1876.

La seconde variante s'écarte de 500^{m} et passe à l'ouest du pavillon de Breteuil. Elle se détache de la Seine vis-à-vis du pont de Billancourt, monte à flanc de coteau, traverse Sèvres en viaduc et le parc de Saint-Cloud en souterrain, et aboutit à la gare de Saint-Cloud. Ce tracé aurait le double inconvénient d'avoir un profil en long très-défectueux, puisqu'on monterait à la cote 75 pour redescendre à la cote 50, et de donner lieu à une dépense considérable.

Pour se placer en dehors du rayon protecteur de 500 mètres demandé par le Comité international, il faut abandonner le tracé soumis aux enquêtes, et qui a servi de base à la loi de concession du chemin de fer, c'est-à-dire une direction en quelque sorte commandée par la topographie des localités entre les coteaux de la rive gauche de la Seine et le bord du fleuve.

On est forcé dès lors de suivre : ou la variante étudiée par la Compagnie et qui, se rattachant à la gare de Saint-Cloud, ne remplit plus le but de la concession qui a Courbevoie pour objectif; ou une autre variante étudiée par les ingénieurs de l'État qui franchirait la Seine à Billancourt pour la repasser à Suresnes.

Mais ces deux solutions seraient extrêmement coûteuses, surtout celle qui comporte une double traversée de la rivière ; elles seraient, de plus, toutes les deux contraires aux intentions qu'a eues le législateur en concédant la ligne des Moulineaux à Courbevoie.

Aussi les ingénieurs du contrôle, après avoir reconnu que le chemin de fer ne saurait être reculé plus loin que sur le bord de l'eau, ont fait remarquer qu'il paraissait plus rationnel d'attendre que l'expérience eût démontré la portée réelle des secousses que pourra produire dans le coteau de Saint-Cloud le passage des wagons sur une voie assise au pied de ce coteau, le plus loin possible du pavillon de Breteuil.

Sans doute le Comité international est et doit être seul juge de l'effet que ces trépidations, s'il s'en manifeste, pourraient avoir sur la précision de ses expériences scientifiques, et son avis décidera de la solution. Mais il convient de faire remarquer que les oscillations du sol devront être à peine sensibles en ce point de la ligne où, par suite du voisinage de la station de Sèvres, les trains ralentiront forcément leur marche.

Dans cette situation il a été résolu, d'une part, que l'Administration française n'approuvera, pour l'établissement du chemin de fer des Moulineaux à Courbevoie, aucun tracé passant à moins de 500 mètres de distance du Bureau établi au pavillon de Breteuil, avant de s'être mise en complet accord avec le Comité international des poids et mesures.

D'autre part, M. le Ministre des Travaux publics désirerait savoir si, en raison de ce que le passage du chemin de fer au pied du coteau de Saint-Cloud est en quelque sorte obligé, et sauf à ce que le tracé soit reporté sur le bord de la Seine, ce qui le placerait à 325 mètres au plus du pavillon de Breteuil, le Comité ne consentirait pas à l'exécution de la voie ferrée, sous la condition que, dans le cas où les inconvénients prévus seraient constatés par expérience et jugés inacceptables par le Comité, l'établissement du pavillon de Breteuil serait transféré ailleurs aux frais du Gouvernement français, sur un emplacement et dans les conditions que le Comité aurait agréés par avance.

Je vous prie, Monsieur le Président, de vouloir bien soumettre cette proposition au Comité international des poids et mesures, et je vous serai très-obligé de me faire connaître, aussitôt que possible, sa réponse, ainsi que les observations que lui aura suggérées la lecture de la présente dépêche.

Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

Signé : Decazes.

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures, à Madrid.

Le Comité, reconnaissant que le Gouvernement français avait ainsi pleinement satisfait à ses réclamations, a accepté les conditions proposées et a chargé son Bureau de remercier le Gouvernement des soins et du bon vouloir avec lesquels l'Administration a résolu cette difficulté.

Ce qui a été fait par la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Paris, le 18 septembre 1877.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Nous nous sommes empressés de communiquer au Comité international des poids et mesures, réuni en ce moment à Paris, votre dépêche du 8 septembre dernier, que vous nous avez fait l'honneur de nous adresser au sujet du chemin de fer des Moulineaux à Courbevoie.

Il résulte de cette dépêche que le Gouvernement français, décidé à n'approuver pour ce chemin de fer aucun tracé passant à moins de 500 mètres de distance du Bureau établi au pavillon de Breteuil, avant de s'être mis d'accord avec le Comité international des poids et mesures, a fait étudier plusieurs tracés satisfaisant à cette condition; mais que, ces tracés ayant été reconnus irréalisables pour diverses raisons, le Gouvernement propose au Comité international d'accepter le tracé projeté par la Compagnie, sauf à ce que la voie près de Sèvres soit reportée sur le bord de la Seine, ce qui la placerait à la distance minima de 325 mètres du pavillon de Breteuil.

Dans le cas où, malgré cet éloignement, les inconvénients prévus seraient constatés par l'expérience et jugés inacceptables par le Comité, le Gouvernement français s'engage à transférer à ses frais le Bureau international des poids et mesures sur un autre emplacement et dans des conditions agréés d'avance par le Comité.

Le Comité international a été unanime à accepter ces propositions et nous a chargés de remercier le Gouvernement français de l'heureuse solution qu'il a bien voulu donner à cette difficulté.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de notre plus haute considération.

Le Président,

Signé : Gal IBAÑEZ.

Le Secrétaire,

Signé : D^r AD. HIRSCH.

A Son Excellence M. le duc Decazes, Ministre des Affaires étrangères, à Paris.

V. — Reconnaissance du Bureau international comme établissement d'utilité publique.

En exécution de la décision prise par le Comité international dans la séance du 12 mai 1876 (voir *Procès-verbaux*, p. 107), le Bureau du Comité a adressé à Son Exc. M. le duc Decazes la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 30 août 1876.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Parmi les dispositions du Règlement annexé à la Convention du mètre, une des plus importantes est celle de l'article 3, d'après lequel « le Gouvernement français prendra, sur la demande du Comité international, les dispositions nécessaires pour faire reconnaître le Bureau comme établissement d'utilité publique ». Cette érection en établissement d'utilité publique intéresse, en effet, la dignité et l'avenir de notre institution, en même temps que sa capacité, comme personne juridique, pour recevoir par donation et testament.

Autorisés par décision du Comité international, prise dans sa séance du 12 mai dernier, nous avons l'honneur, Monsieur le Ministre, d'adresser par votre Ministère la demande au Gouvernement français, de bien vouloir faire reconnaître le Bureau international des poids et mesures comme établissement d'utilité publique.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de notre plus haute considération.

Le Président,
Signé : Gal IBAÑEZ.

Le Secrétaire,
Signé : D^r AD. HIRSCH.

A Son Excellence M. le duc Decazes, Ministre des Affaires étrangères, à Paris.

Cette lettre a reçu la réponse suivante :

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, 30 septembre 1876.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Par la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'adresser le 29 du mois dernier, vous exprimez le désir que le Comité international des poids et mesures soit reconnu comme établissement d'utilité publique, aux termes de l'article 3 du règlement annexé à la Convention du 20 mai 1875.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, à qui je me suis empressé de communiquer cette demande, vient de m'informer qu'il a pris les dispositions nécessaires pour que le Conseil d'État soit prochainement saisi d'un projet de décret tendant à faire reconnaître le Comité international des poids et mesures comme établissement d'utilité publique.

J'aurai soin de vous transmettre une ampliation de ce décret, aussitôt qu'il aura été revêtu de la signature de M. le Président de la République.

Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

Signé : DECAZES.

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures.

En effet, peu de temps après, le Ministère des Affaires étrangères nous a transmis le décret érigeant le Bureau international des poids et mesures en établissement d'utilité publique par l'office suivant :

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, 14 novembre 1876.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint ampliation d'un décret du 28 octobre dernier qui reconnaît comme établissement d'utilité publique le Bureau international des poids et mesures établi à Paris.

Je vous serai obligé de vouloir bien porter à la connaissance du Comité international cet acte qui a été rendu en exécution de l'article 3 du règlement annexé à la Convention du mètre.

Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

Signé : DECAZES.

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE.

28 octobre 1876.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,

Sur le Rapport du Ministre de l'Agriculture et du Commerce;

Vu la Convention signée à Paris le 20 mai 1875, portant création d'un Bureau international des poids et mesures;

Vu le règlement annexé à cette Convention;

Vu la lettre du Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures, en date du 20 août 1876, qui réclame l'exécution des engagements contractés par le Gouvernement français, par l'article 3 de ce règlement;

Vu l'avis du Ministre des Affaires étrangères du 8 septembre suivant,

Le Conseil d'État entendu,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER.

Est reconnu comme établissement d'utilité publique le Bureau international des poids et mesures établi à Paris, en vertu de la Convention signée le 20 mai 1875, entre l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la Belgique, le Brésil, la Confédération Argentine, le Danemarck, l'Espagne, les États-Unis d'Amérique, la France, l'Italie, le Pérou, le Portugal, la Russie, la Suède et Norwége, la Suisse, la Turquie et le Vénézuéla, et conformément au règlement annexé à la susdite Convention.

ART. 2.

Le Ministre de l'Agriculture et du Commerce et le Ministre des Affaires étrangères sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de

l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* e inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Versailles, le 28 octobre 1876.

Signé : Mal DE MAC-MAHON.

Par le Président de la République :

Le Ministre de l'Agriculture et du Commerce,

Signé : TEISSERENC DE BORT.

Pour ampliation :

Le Conseiller d'État, Secrétaire général,

Signé : OZENNE.

Le Bureau du Comité a remercié le Gouvernement français par la lettre qui suit :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 10 décembre 1876.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Nous avons eu l'honneur de recevoir la lettre par laquelle Votre Excellence a bien voulu nous transmettre ampliation d'un décret, en date du 28 octobre dernier, qui reconnaît comme établissement d'utilité publique le Bureau international des poids et mesures.

Nous ne manquerons pas de porter à la connaissance du Comité international cet acte, par lequel le Gouvernement français, en exécutant l'article 3 du règlement annexé à la Convention du mètre, a donné à notre établissement international un nouveau témoignage de son intérêt et de sa sollicitude.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de notre plus haute considération.

Le Président,

Signé : Gal IBAÑEZ.

Le Secrétaire,

Signé : Dr AD. HIRSCH.

A Son Excellence Monsieur le duc Decazes, Ministre des Affaires étrangères.

VI. — Personnel du Bureau international des poids et mesures.

Au printemps 1877, lorsqu'il fallait prévoir l'achèvement des bâtiments et des grands instruments commandés, il a semblé au Bureau du Comité que l'installation de ces instruments, la détermination de leurs constantes, l'étude et le réglage des appareils de chauffage et de refroidissement des salles, les nombreuses autres études préparatoires, surtout celle des thermomètres, que cet ensemble de travaux considérables rendait nécessaire l'adjonction d'un savant compétent à M. le Directeur du Bureau.

Or, comme les adjoints en titre, prévus par le règlement de la Convention du mètre, n'étaient pas encore nommés, le Bureau a proposé au Comité, par circulaire du 10 avril, d'adjoindre provisoirement, du 1er juillet au 31 décembre 1877, au Bureau international, M. le Dr Pernet, recommandé vivement par deux membres du Comité dont il a été l'élève, ainsi que par des travaux scientifiques très-sérieux, sans préjudice pour la nomination définitive des deux adjoints en titre, et d'allouer à M. Pernet une indemnité sur la base du traitement prévu pour les adjoints du Bureau.

Ces propositions ayant été adoptées par voie de correspondance à l'unanimité, nous avons annoncé le 12 mai à M. le Dr Pernet sa nomination provisoire pour six mois, à partir du 1er juillet, en réservant au Comité le soin de régler définitivement sa position pendant la session d'automne. M. Pernet, après avoir terminé des recherches thermométriques entreprises au Bureau des poids et mesures à Berlin et après avoir étudié, sur notre demande, à Munich, la construction et l'installation assez compliquée du comparateur de Steinheil, s'est installé au commencement d'août à Breteuil pour surveiller en détail l'achèvement des constructions, la pose des appareils frigorifiques et calorifiques et pour diriger la construction des piliers pour le comparateur des mètres à bout.

M. le Directeur du Bureau international avait demandé au

printemps 1877 et obtenu de M. le Président un congé de quelques semaines pour aller à Rome y régler sa position vis-à-vis du Gouvernement italien et sauvegarder ses droits à la retraite comme ancien professeur de l'Université. Le Gouvernement italien n'ayant pas consenti à conserver à M. Govi ses droits à la pension de retraite en Italie, s'il occupait une place à l'étranger, M. Govi, par lettre adressée de Rome à M. le Président, en date du 7 juin 1877, a donné sa démission des fonctions de Directeur du Bureau international des poids et mesures, tout en se déclarant prêt à les remplir jusqu'à la fin de l'année. Le Comité, dans sa séance du 11 septembre 1877, a accepté la démission du Directeur en le remerciant des services rendus, et sur la demande de M. Govi l'a déchargé de ses fonctions pour le 1er octobre 1877.

Ensuite, dans sa séance du 21 septembre 1877, le Comité a décidé de renvoyer à la prochaine session la nomination définitive du Directeur du Bureau international, de charger en attendant M. le Dr Pernet des fonctions de Directeur, et de procéder dans trois mois, par voie de correspondance, à la nomination des deux adjoints.

VII. — Bibliothèque.

En vue de la nécessité de procurer aux fonctionnaires du Bureau international les ressources bibliographiques nécessaires au moment du commencement des travaux scientifiques, nous avons adressé aux membres du Comité la circulaire suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — CIRCULAIRE.

Madrid et Neuchâtel, le 23 juin 1877.

MONSIEUR ET TRÈS-HONORÉ COLLÈGUE,

Dans le but de prendre les premières mesures nécessaires pour constituer une bibliothèque spéciale pour le Bureau international des poids et mesures, nous recourons à l'obligeance des membres du Comité en les priant :

1° De nous adresser la liste des ouvrages, mémoires, notices et autres publications qui ont paru dans leur pays sur des sujets métrologiques ou sur des sujets scientifiques ou techniques, ayant un rapport plus ou moins direct avec les questions des poids et mesures; il serait à désirer que les titres des ouvrages, mémoires, etc., soient indiqués aussi exactement que possible, ainsi que les journaux, recueils, annales, etc., où on les trouve;

2° De nous procurer, autant que cela est possible, gratuitement, pour le Bureau international des poids et mesures, les publications métrologiques officielles, passées et futures, de leur pays, en offrant aux institutions nationales l'échange avec les publications du Bureau international;

3° De nous faire des propositions :

(*a*) Pour l'acquisition d'ouvrages métrologiques,

(*b*) Pour l'abonnement à des revues scientifiques, intéressant les travaux du Bureau,

Afin de pouvoir dresser un catalogue pour la bibliothèque de notre établissement international.

Veuillez nous fournir ces renseignements le plus tôt possible et agréez, Monsieur et très-honoré collègue, l'assurance de notre parfaite considération.

Le Président,
Signé : Gal Ibañez.

Le Secrétaire,
Signé : D^r^ Ad. Hirsch.

En même temps nous avons fait dresser par M. Pernet la liste des ouvrages et publications les plus indispensables dont il conviendrait de faire immédiatement l'acquisition et de commencer l'abonnement. Cette liste, revue et approuvée par le Bureau du Comité, a servi aux premiers achats, pour lesquels M. le Président a accordé un crédit d'un millier de francs.

M. Förster a envoyé pour notre bibliothèque quelques publications de la Commission allemande des poids et mesures, et nous a procuré les volumes des Mémoires de l'Académie de Berlin contenant les travaux métrologiques de Bessel, et dont l'Académie a bien voulu faire don au Bureau international des poids et mesures.

M. le Général Morin nous a envoyé la liste des ouvrages

métrologiques existant à la Bibliothèque du Conservatoire des Arts et Métiers. Enfin M. Wild nous a communiqué une liste des ouvrages et Mémoires les plus importants dont il croit l'acquisition indispensable.

VIII. — Demande de Prototypes.

Il résulte du résumé donné par la Section française dans son *Exposé de la situation des travaux au* 1er *octobre* 1876 (p. 13) qu'à cette époque trente mètres avaient été commandés et treize avaient été demandés officieusement. On ne donne point de renseignements sur le nombre des kilogrammes qui ont été commandés.

Comme la fabrication définitive des prototypes s'approche, il serait utile que tous les États qui n'en ont pas encore demandé le fissent sans retard, pour qu'on sache exactement le nombre de prototypes qu'il s'agira de construire. Le Comité adressera dans ce but une circulaire aux représentants des Gouvernements contractants qui n'ont pas encore commandé les prototypes.

IX. — Prototypes demandés par des Gouvernements non contractants.

Dans la séance du 12 mai 1876, le Comité international avait pris au sujet des prototypes demandés par le Gouvernement néerlandais une résolution que le Bureau a portée à la connaissance du Gouvernement français par la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Paris, le 15 mai 1876.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Nous avons reçu la lettre du 3 avril 1876 que vous nous avez fait l'honneur de nous adresser et par laquelle vous donnez connaissance au Comité international des poids et mesures d'une démarche faite auprès du Gouvernement français par les Pays-Bas, et des suites qu'il vous a paru convenable d'y donner.

Cette lettre a été communiquée au Comité qui, après en avoir délibéré, a chargé son Bureau d'y faire la réponse suivante :

« Le Comité international des poids et mesures reconnaît n'avoir pas à intervenir en ce qui touche les résolutions prises par les pays qui n'ont pas adhéré à la Convention du 20 mai 1875. Tout État resté en dehors de l'association est, en effet, libre de faire fabriquer des mètres où bon lui semble; mais il serait bien regrettable de voir les États désireux d'introduire chez eux l'usage du système métrique se procurer des copies qui seraient tirées d'un étalon autre que l'étalon prototype, et par des procédés qui ne seraient pas ceux employés dans le Bureau international, les seuls reconnus et admis par la Convention.

» Si le Gouvernement français continuait, après comme avant la Convention du 20 mai 1875, à délivrer des copies du mètre et du kilogramme des Archives, sans le concours du Bureau international et sans que ces copies aient été comparées aux nouveaux prototypes internationaux, le but même de la Convention du mètre, c'est-à-dire l'unification réelle des poids et mesures métriques, se trouverait compromis.

» Par conséquent, tout en remerciant Votre Excellence de la communication qu'elle a bien voulu lui faire, le Comité exprime le regret qu'il ait été donné suite à cette demande et l'espoir qu'il n'en sera pas fait un précédent. »

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de notre plus haute considération.

Le Président,
Signé : Gal Ibañez.

Le Secrétaire,
Signé : D^r^ Ad. Hirsch.

Nous avons reçu de la part de Son Exc. M. le duc Decazes la réponse suivante :

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, le 24 août 1876.

Monsieur le Président,

En m'accusant réception, le 9 du mois dernier, de la lettre que j'ai eu l'honneur de vous écrire le 3 avril, vous m'avez donné connaissance des observations qu'a suggérées au Comité international des poids et

mesures [illegible] fait à la demande du Gouvernement des Pays-Bas tendant à obtenir la livraison immédiate des mètres et des kilogrammes qu'il avait commandés en 1873.

Le Comité manifeste l'espoir que la décision prise dans cette circonstance par le Gouvernement français ne constituera pas un précédent. Il [illegible] que les copies du mètre et du kilogramme des Archives devraient encore être délivrées, après comme avant la Convention du 20 mai 1875, sans le concours du Bureau international et sans que ces copies aient été comparées aux nouveaux prototypes internationaux, le but de la Convention du mètre, c'est-à-dire l'unification réelle des poids et mesures métriques, se trouverait compromis.

Je n'hésite pas, Monsieur le Président, d'accord avec M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, à m'associer sur ce point aux vues du Comité et à reconnaître que, depuis la mise en vigueur de la Convention du 20 mai 1875, le Bureau international a seul qualité pour effectuer la comparaison des étalons métriques, cette comparaison devant être uniquement faite aujourd'hui avec les nouveaux prototypes et non plus avec le mètre et le kilogramme des Archives; mais je suis obligé d'ajouter qu'il doit être fait exception, le cas échéant, pour ceux des étalons métriques, que les États qui n'ont point adhéré à la Convention pourraient commandés à la Section française antérieurement à cette Convention. Nous ne saurions, en effet, nous refuser à l'exécution du contrat que ces États ont, en réalité, légitimement passé avec la Section française, et je considère que nous sommes tenus de leur livrer les étalons qu'ils ont commandés, en les autorisant, s'ils l'exigent, à les comparer avec le mètre et le kilogramme des Archives, conformément aux décisions antérieures de la Commission internationale de 1872.

Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

Signé : DECAZES.

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures, à Madrid.

Conformément au principe exposé dans cette dépêche, le Gouvernement français a cru devoir accorder également la demande de l'Angleterre de recevoir des prototypes en dehors des règles fixées par la Convention du mètre, comme il résulte de la lettre suivante :

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, 16 octobre 1876.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Je crois utile de vous donner avis, pour l'information du Comité des poids et mesures, que le Gouvernement de S. M. Britannique a exprimé, comme l'a précédemment fait le Gouvernement des Pays-Bas, le désir de prendre livraison du mètre et du kilogramme qu'il avait commandés, en 1873, à la Section française et à la Commission internationale du mètre.

L'Angleterre ayant refusé, comme les Pays-Bas, de participer à la Convention du 20 mai 1875, il ne m'a pas été possible d'écarter cette nouvelle demande, et je ne puis à cet égard que me référer aux explications contenues dans les lettres que j'ai eu l'honneur de vous écrire les 3 avril et 14 août derniers. M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce a donc donné des instructions à M. le Vice-Président de la Section française pour qu'il fasse préparer un mètre à traits, un mètre à bouts et un kilogramme; la comparaison de ces étalons sera faite, comme l'a demandé le Gouvernement anglais, avec le mètre et le kilogramme des Archives, conformément aux décisions antérieures de la Commission internationale de 1872, et en présence de M. le professeur Miller et du gardien des types de poids et mesures d'Angleterre.

Il demeure entendu, d'ailleurs, que l'Angleterre et les Pays-Bas étant, si je ne me trompe, les seuls États qui, ayant commandé des mètres en 1873, ont refusé de prendre part à la Convention du 20 mai 1875, et aucun autre Gouvernement ne pouvant se prévaloir de cette situation exceptionnelle, la comparaison des étalons métriques devra désormais, comme l'annonçait ma lettre du 24 août dernier, être uniquement effectuée avec les nouveaux prototypes et non plus avec le mètre et le kilogramme des Archives.

Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

Signé : DECAZES.

Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des poids et mesures, à Madrid.

Dans l'intérêt de l'unité des poids et mesures métriques, il importe de prendre acte que le Gouvernement français dé-

clare par ces dépêches qu'il entend désormais ne plus délivrer de prototypes en dehors des règles établies par la Convention du mètre.

X. — Ratifications et contributions.

Depuis l'année dernière est intervenue la ratification du Portugal qui a été échangée le 21 juin 1876, à Paris.

Le Gouvernement des États-Unis d'Amérique a demandé à plusieurs reprises un délai pour pouvoir obtenir la décision du Sénat et du Congrès. D'après des renseignements parvenus dernièrement, il n'y a pas de doute que l'affaire ne soit traitée et décidée dans la prochaine session du Congrès, et il y a lieu d'espérer que la ratification interviendra avant la fin de cette année.

Par lettre du 16 mars 1877 le Ministère des Affaires étrangères nous a annoncé que la ratification de la Confédération argentine a été échangée le même jour.

Quant au Vénézuéla, le Ministère des Affaires étrangères de France n'a pu nous renseigner définitivement sur les intentions de cet État à l'égard de la ratification de la Convention.

Le tableau des parts contributives des États, tel qu'il a été arrêté en 1876 et communiqué aux Gouvernements contractants, a servi également de base aux contributions pour l'année 1877, dans la supposition que tous les États contractants ratifieraient la convention conclue. Dans le cas où cela ne se réaliserait pas pour l'un ou l'autre des deux États mentionnés, il faudrait modifier la distribution des frais entre les États ayant définitivement adhéré, et répartir sur les autres États contractants la part contributive pour 1876-1877 des pays qui n'auraient pas adhéré à la Convention.

Le Bureau du Comité a adressé, le 26 décembre 1876, une circulaire aux représentants à Paris des États contractants, dont la ratification est acquise, pour leur rappeler l'article 10 de la Convention du mètre, d'après lequel « les sommes représentant la part contributive de chacun des États contrac-

tants seront versées *au commencement de chaque année*, par l'intermédiaire du Ministère des Affaires étrangères de France, à la Caisse des dépôts et consignations à Paris », et en indiquant la part contributive de chaque État d'après le tableau en vigueur.

Le 10 avril 1877, le Bureau a rappelé la circulaire à ceux des États qui n'avaient pas encore versé leur contribution.

Enfin, le 11 août dernier, le Bureau du Comité a dû récrire aux légations de quelques États retardataires pour les informer que leurs parts aux frais d'établissement du Bureau international, ainsi que les deux contributions annuelles, pour les exercices 1876 et 1877, n'avaient pas encore été versées.

Au mois de septembre, nous avons été informés que les versements du Pérou, de la République argentine et de la Turquie ne tarderaient pas à être opérés.

XI. — Comptes de 1876.

Dans la première séance de la session de 1877, le Comité international a nommé une Commission des comptes, formée de MM. Broch, Förster et Morin, qui s'est livrée à un examen détaillé et scrupuleux de tous les comptes et des pièces à l'appui. Sur le rapport de cette Commission, présenté par M. Förster dans la séance du 15 septembre, déclarant que tout a été trouvé en règle et toutes les dépenses justifiées, le Comité a décidé à l'unanimité d'approuver les comptes de l'exercice de 1876, ainsi que celui de 1877, jusqu'au mois d'août, et de donner décharge à M. le Directeur.

L'exercice de 1877 n'étant pas terminé, le Comité croit devoir se borner à reproduire dans ce Rapport le résumé des comptes de 1876, établi par la Commission spéciale ainsi qu'il suit :

RECETTES.

1876.						
		Versement des contributions de :				
			fr			
Janv.	24	France	72718	»		
Fév..	18	Allemagne	72758	»		
Mars.	17	France	40	»		
»	18	Belgique	9464	»		
»	»	Suède	2367	»		
»	»	Norvége	2367	»		
»	25	Suisse	2958	»		
Avril.	17	Espagne	43181	»		
Mai..	9	Autriche	35492	»		
»	13	Turquie	46139	»		
Juin.	6	Danemarck	1183	»		
»	8	Russie	45548	»		
Juill.	7	Italie	47322	»		
»	12	Hongrie	27802	»		
		Total des versements	409339	»	fr 409339	
		Intérêts bonifiés par la Caisse des Dépôts et Consignations			4859	21
					414198	21
		Solde disponible à nouveau			180160	76

DE 1876.

DÉPENSES.

		I. — FRAIS D'ÉTABLISSEMENT.				
1876.		A. — BATIMENT ET APPAREILS.				
			fr			
Mai..	24	Indemnité à M. Bridan, conseil du Comité.....	300	»		
Juill.	25	Voyage du Secrétaire à Paris.....	380	»		
Août.	28	Note de l'architecte vérificateur, M. Perrier.....	1150	»		
Sept.	5	1er à-compte à M. Bouchot, architecte.....	100000	»		
Oct..	31	2e à-compte au même.....	100000	»		
Dec..	22	1er à-compte à R. Pictet et Cie, à Genève.....	8500	»		
		B. — INSTRUMENTS.	210330	»		
Déc..	12	1er à-compte à MM. Brunner frères.....	5000	»		
					fr	
		TOTAL des frais d'établissement.. ...	215330	»	215330	»
		II. — FRAIS ANNUELS.				
		A. — TRAITEMENT DU DIRECTEUR.				
		Du 1er mai au 31 décembre.....	10000	»		
		B. — FRAIS GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION.				
Mai..	11	Note de l'imprimeur Gauthier-Villars.....	610	35		
»	»	Frais de secrétariat, impressions, autographies, ports, etc., pour 1875-1876.....	1255	25		
»	12	Frais de M. Boscha.....	153	20		
»	15	Frais de bureau du Directeur.....	275	»		
Oct..	2	Frais de secrétariat, autographies, etc..	313	15		
		Frais de caisse du banquier.....	31	50		
		Frais de la Caisse des Dépôts.....	69	»		
		C. — INDEMNITÉ DU SECRÉTAIRE.				
		Pour l'année 1876, ci.....	6000	»		
		TOTAL des frais annuels en 1876.....	18707	45	18707	45
		TOTAL DES DÉPENSES.....			234037	45
		SOLDE.....			180160	76
					414198	21

Pour l'information des Gouvernements, nous croyons devoir encore ajouter le tableau des versements des contributions en 1876 dans la forme suivante :

1876.

ONT VERSÉ

États.	pour frais d'établissement.	pour frais annuels.
	fr	fr
Allemagne	61270	11488
Autriche	29888	5604
Hongrie	23412	4390
Belgique	7970	1494
Danemark	996	187
Espagne	36363	6818
France	61270	11488
Italie	39850	7472
Russie	38356	7192
Suède	1993	374
Norvége	1993	374
Suisse	2491	467
Turquie	38854	7285
	344706	64633
Total	409339	

N'ONT PAS VERSÉ

États.	pour frais d'établissement.	pour frais annuels.
	fr	fr
Confédération argentine (1)	1993	374
États-Unis d'Amérique (2)	38854	7285
Pérou	3985	747
Portugal (3)	7970	1494
Vénézuéla (2)	2491	467
	55293	10367
Total	65660	

(1) A versé le 6 septembre 1877.
(2) Les ratifications pour ces États n'ont pas encore été échangées.
(3) A versé le 15 mai 1877.

Le Comité regrette que, d'après l'article 10 de la Convention, l'année de comptabilité devant coïncider avec l'année du calendrier, et la session du Comité ayant lieu en automne, les comptes de l'année courante ne puissent être bouclés que dans quelques mois et présentés aux Gouvernements que dans notre prochain Rapport. Toutefois le procès-verbal de la séance du 15 septembre 1877 indique l'état des comptes jusqu'au mois d'août 1877. Il en résulte qu'en ce moment il y avait encore de disponible la somme de 59 000 francs; comme le Comité prévoit que les modifications à apporter aux bâtiments et leur parachèvement, ainsi que les frais des instruments qui restent à commander, pourraient dépasser cette réserve, il a décidé dans la séance du 21 septembre, conformément à l'article 6 du Règlement annexé à la Convention, de porter le budget de l'année 1878 à 100 000 francs. Le Bureau du Comité fera connaître en temps utile aux Gouvernements le tableau des contributions calculé sur cette base (1).

Au nom du Comité international des poids et mesures :

Le Président,

Signé : Gal Ibañez.

Le Secrétaire,

Signé : D^r^ Ad. Hirsch.

---

(1) Ce tableau vient d'être communiqué aux Gouvernements, pendant l'impression des Procès-verbaux; nous croyons devoir le reproduire ici (*voir* p. 148).

Le Secrétaire,

A. H.

Tableau des parts contributives des États pour le Bureau international des poids et mesures.

EXERCICE DE 1878.

ÉTATS CONTRACTANTS.	POPULATION.	COEFFICIENT.	FACTEUR de distribution.	FRAIS ANNUELS 100 000 fr. — Unité. 124 fr. 53 c.
1 Allemagne	41010150	3	123	15318 fr
2e Autriche	20136283	3	60	7472
2b Hongrie	15508575	3	47	5853
3 Belgique	5253821	3	16	1992
4 Confédérat. Argentine	2000000	2	4	498
5 Danemarck	2000000	1	2	249
6 Espagne	24236590	3	73	9091
7 États-Unis d'Amérique	38925598	2	78	9714
8 France	40943120	3	123	15318
9 Italie	26801154	3	80	9963
10 Pérou	2500000	3	8	996
11 Portugal	5400000	3	16	1992
12 Russie	76500000	1	77	9589
13a Suède	4341559	1	4	498
13b Norvége	1795000	2	4	498
14 Suisse	2669147	2	5	623
15 Turquie	39000000	2	78	9714
16 Vénézuéla	1784194	3	5	623
TOTAL	350805191		803	100001

ANNEXE N° II.

DE L'ANALYSE DU PLATINE IRIDIÉ

EMPLOYÉ PAR

LA SECTION FRANÇAISE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE DU MÈTRE

A LA CONFECTION DES PROTOTYPES;

PAR MM. H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE ET J.-S. STAS.

ANNEXE N° II.

(*Voir* p. 38.)

De l'analyse du platine iridié employé par la Section française de la Commission internationale du mètre à la confection des prototypes; par MM. H. Sainte-Claire Deville et J.-S. Stas.

INTRODUCTION.

Le Comité international des poids et mesures nous a délégués pour rechercher la composition du platine iridié employé par la Section française de la Commission internationale à la confection de règles et de cylindres destinés à devenir des prototypes internationaux.

Il nous a chargés en même temps de déterminer si cette composition est conforme aux prescriptions de ladite Commission internationale. Ces recherches ayant été exécutées dans un but parfaitement défini et dans des conditions spéciales, nous croyons devoir exposer ici les principes des analyses auxquelles nous avons eu recours. Nous devons aussi faire connaître les conditions dans lesquelles ces travaux ont été effectués. Dès 1874, M. H. Sainte-Claire Deville, à la suite d'un grand nombre d'analyses, exécutées à l'aide de méthodes créées par lui et M. H. Debray, déclara à la Section française [1] que « l'alliage des mètres contient 2,74 pour 100 de matières étrangères, dont 2,42 sont susceptibles d'être éliminés par la chaleur et l'oxydation ». C'est ce résultat que nous avions pour mission de vérifier par tous les

[1] *Rapport sur les propriétés et la composition du platine iridié de la Commission française;* par M. Deville.

moyens que l'état actuel de l'analyse chimique permet d'employer. L'un de nous ayant reçu, dès le mois d'octobre 1874, communication de tous les procédés d'analyse pratiqués par M. H. Sainte-Claire Deville, a cru qu'il était de son devoir de les soumettre à des investigations rigoureuses, et il a consacré près de dix-huit mois d'études à ce travail, tant dans son laboratoire privé qu'au laboratoire du Musée de l'Industrie à Bruxelles, où M. Léonce Rommelaere, chimiste de ce Musée, lui a prêté obligeamment un concours intelligent et dévoué.

Telle était la situation lorsque le Comité international nous a délégués pour procéder à l'analyse de l'alliage du mètre, avec le concours de M. Eug. Peligot, membre de l'Institut et délégué de la Section française de la Commission internationale.

Nous avions accepté de procéder à ces analyses dans un des laboratoires de l'Hôtel des Monnaies, à Paris; mais ayant reconnu d'une part que les dispositions de ce local n'étaient pas convenables pour y exécuter toutes les opérations indispensables, et d'autre part que la prudence exigeait d'entreprendre des travaux préliminaires avant de procéder en commun aux analyses définitives, nous avons résolu, après en avoir référé au Gouvernement français, d'exécuter au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure tous les travaux préparatoires et toutes les recherches définitives que l'insuffisance constatée des dispositions du laboratoire spécial de l'Hôtel des Monnaies ne permettait pas d'y faire, et d'effectuer exclusivement, à ce laboratoire spécial de la Monnaie, les opérations définitives qu'on pourrait y exécuter avec une chance de succès.

Toutes les analyses de l'alliage du bout de règle n° 3, provenant directement du bloc coulé le 13 mai 1874, ont été faites exclusivement au laboratoire de M. H. Sainte-Claire Deville, à l'École Normale supérieure. M. Broch et M. Peligot ont assisté à la plupart de ces déterminations et notamment à la recherche et au dosage du ruthénium, du fer et du cuivre. Lorsque ces recherches furent terminées, nous avons remis à M. Peligot l'exposé des différentes méthodes qu'il avait vu pratiquer. C'est ce même exposé, complété, qui est inséré dans ce Rapport. Quant aux analyses de l'alliage du bout de règle n° 6, provenant des dernières fontes, nous avons cru que la prudence voulait qu'elles fussent exécutées en double. Les unes ont été commencées au laboratoire de l'Hôtel des Monnaies et achevées au laboratoire de l'École Normale supérieure, les autres servant de contrôle aux premières ont été exécutées entièrement à l'École Normale supérieure. MM. Broch et Peligot ont assisté aux unes et aux autres. M. Peligot est intervenu directement lors de la pesée des métaux désignés dans les analyses n° II,

coté n° 1 et coté n° 2. Tous les travaux et toutes les analyses ont été exécutés avec le concours actif de M. Clément, chef des ateliers de Chimie à l'École Normale, au dévouement intelligent, à l'activité et à la scrupuleuse exactitude duquel nous sommes heureux de rendre ici justice.

Le choix des méthodes employées ayant été fait exclusivement par les délégués du Comité, seuls ils doivent être responsables des résultats constatés. Nous devons en conséquence justifier l'emploi de ces méthodes.

Exposé des principes des méthodes d'analyse suivies.

L'analyse nous a permis de constater dans le platine iridié, soumis à notre examen, l'existence d'une certaine quantité de *tous* les métaux de la mine de platine sauf l'*osmium*.

I. — *De la différence de propriétés des métaux de la mine de platine à l'état libre et à l'état allié.*

Les métaux de la mine de platine jouissent de la propriété de s'allier entre eux presque en toutes proportions, et à l'état d'alliage, ils acquièrent généralement les propriétés du métal prédominant.

L'iridium et le rhodium, inattaquables à l'eau régale concentrée et bouillante, après avoir été fortement chauffés, s'y dissolvent lorsqu'ils sont alliés à une quantité suffisante de platine, et inversement un alliage d'iridium ou de rhodium et de platine est à peine attaqué par l'eau régale, quand l'iridium ou le rhodium prédominent très-notablement.

A l'état allié avec certains métaux, le platine et le rhodium sont solubles, même dans l'acide azotique dilué. Ces faits sont si bien connus qu'il est superflu d'y insister.

A raison de ces faits le platine iridifère, qui résulte de la réduction d'un mélange de chloroplatinate et de chloro-iridiate d'ammoniaque par l'hydrogène ou par le gaz de l'éclairage ne cède pas exclusivement du platine à l'eau régale faible, et ne laisse pas de l'iridium pur pour résidu. La solution platinique contient de l'iridium, et le résidu retient du platine, que l'eau régale concentrée dissout en se chargeant en même temps d'une notable quantité d'iridium.

Isolés, les métaux de la mine de platine possèdent des propriétés différentes suivant leur état de cohésion. Sous forme de noir, tels qu'on les obtient par la réduction d'une solution étendue de leurs chlorures à l'aide de l'acide formique, le platine, l'iridium et le ruthénium sont

légèrement solubles, et le rhodium, très-facilement soluble dans l'acide sulfurique bouillant. A l'état de noir, l'iridium, le ruthénium et le rhodium sont facilement dissous par l'eau régale.

Au contact de l'air, le platine et l'iridium, obtenus par précipitation, sont solubles dans l'acide chlorhydrique concentré et chaud.

On ne saurait donc, par l'action des acides, opérer la séparation des métaux de la mine de platine.

II. — *De l'impossibilité de séparer les uns des autres les métaux à l'aide de la mine de platine, en précipitant le mélange de leurs chlorures par un excès de sel ammoniac ou de chlorure de potassium.*

On sait que les chlorures des métaux de la famille platinique forment, avec le chlorure de potassium ou le chlorhydrate d'ammoniaque, des sels doubles, les uns très-solubles, les autres peu solubles, ou même à peu près insolubles dans une solution saturée de ces chlorures alcalins. On admet généralement, en se fondant sur ces propriétés, qu'on peut, à l'aide de précipitations fractionnées, séparer les uns des autres les chlorures mélangés.

Cette action simple ne s'observe pas dans tous les cas pour les chlorures d'un même métal, et moins encore pour un mélange de chlorures différents. Cette exception n'est pas, et il s'en faut de beaucoup, un fait caractéristique des métaux de la mine de platine. Ainsi, certains sulfates insolubles, produits au sein d'un liquide contenant un grand excès d'acide sulfurique ou d'un sulfate soluble, renferment une partie des éléments qui ont concouru à les former. Les sulfates de baryte et de plomb, etc., peuvent entraîner avec eux du sulfate ferrique, de l'alun, de tate barytique, etc. Ces anomalies paraissent dépendre soit de l'état physique actuel de la solution qu'on précipite, soit de l'état du composé peu soluble ou insoluble qui prend naissance. Les faits observés sur les chlorures des métaux de la mine de platine rendent, jusqu'à un certain point, compte des anomalies et expliquent pourquoi on ne peut pas recourir aux précipitations complètes ou partielles, dans le but d'opérer des séparations absolues de ces métaux et pourquoi ces précipitations ne peuvent pas être employées comme moyen rigoureux de dosage.

La plupart des chlorures des métaux platiniques existent sous des modifications différentes et présentent, sous ces états, des propriétés différentes. On observe le même fait pour les combinaisons qu'ils contractent avec les chlorures alcalins. Le chlorure platinique fournit des solutions d'un *jaune pur*, ou des solutions fortement colorées en *rouge*

orangé. Ces solutions, suivant les circonstances, donnent, avec le sel ammoniac ou le chlorure de potassium, des chloroplatinates *amorphes* floconneux, ou grenus, ou cristallisés, colorés en jaune pur ou jaune de soufre ou orange. S'ils ont été produits à basse température, en versant la solution platinique *diluée* dans un excès de solution saturée de sel ammoniac ou de chlorure de potassium, ils sont très-divisés, floconneux, d'un jaune pur, assez solubles dans leur eau mère, qu'ils colorent fortement en jaune pur. Tant qu'ils restent amorphes, ces chloroplatinates conservent leur solubilité dans les solutions saturées de sel ammoniac; ils la perdent au contraire dès qu'ils passent à l'état grenu, cristallin, transformation qui s'accomplit à la longue, au sein de la solution des sels alcalins, ou instantanément lorsqu'on les chauffe à 100 degrés.

La solution *limpide* de chloroplatinate d'ammoniaque dans le sel ammoniac, se conserve très-longtemps à la température ordinaire; mais, abandonnée à elle-même au contact du chloroplatinate, elle dépose lentement le sel platinique dissous, en se décolorant successivement au point de laisser une eau mère absolument incolore. Une température voisine de 100 degrés produit le même effet; lorsqu'on abandonne au refroidissement lent une solution de chloroplatinate maintenue pendant quelque temps à 100 degrés, elle se décolore à mesure que la température baisse, et elle se dépouille souvent si parfaitement de ce composé, à l'état cristallisé, que l'acide sulfhydrique dissous n'imprime plus la moindre coloration à l'eau mère. Il en est donc du chloroplatinate floconneux ou grenu, comme du chlorure d'argent floconneux ou grenu.

En versant, à la température ordinaire et petit à petit, une solution de sel ammoniac dans une solution de chlorure platinique, on obtient directement du chloroplatinate grenu, d'un jaune orangé, si peu soluble à froid, dans une solution saturée de sel ammoniac, que celle-ci se colore à peine, et que l'acide sulfhydrique n'y décèle que des traces de platine.

Le chlorure platinique contenant des chlorures de la même famille, tels que les chlorures d'iridium, de ruthénium, de rhodium, de palladium, se conduit de la même manière, c'est-à-dire, suivant les conditions de sa production, il fournit des chloroplatinates floconneux, grenus, cristallisés, solubles ou à peine solubles, ou complétement insolubles à froid dans une solution saturée de sel ammoniac; mais ces productions sont accompagnées de faits si compliqués, qu'il est impossible de les exposer d'une manière générale. Nous devons nous borner à donner quelques exemples, nécessaires, du reste, pour justifier les

méthodes auxquelles nous avons eu recours dans l'analyse du platine iridié soumis à notre examen.

III. — *De l'impossibilité de séparer complétement le platine du rhodium, en précipitant une solution platinique rhodifère par le sel ammoniac.*

Supposons qu'on opère sur une solution d'un alliage de platine et de rhodium dans l'eau régale. En versant à froid la solution des deux chlorures dans un excès de solution de sel ammoniac, ou inversement en ajoutant du sel ammoniac à une solution platinique rhodifère, on ne parvient pas à séparer d'une manière absolue le platine du rhodium, quoique les chlorures et les chlorosels ne se correspondent ni par leur composition, ni par leurs propriétés. De deux choses l'une : ou bien le chloroplatinate d'ammoniaque produit renferme une petite partie de rhodium, en laissant dans l'eau mère la majeure partie de ce métal avec une quantité très-notable de platine, ou bien le chloroplatinate d'ammoniaque formé s'empare de *tout* le rhodium et abandonne une eau mère dépouillée complétement des deux métaux. On constate le premier ordre de faits lorsqu'on ajoute à froid une solution étendue de chlorure platinique rhodifère *dans deux fois son volume* de solution de sel ammoniac, contenant une quantité de sel ammoniac solide, suffisant pour maintenir l'eau mère à saturation. Dans ce cas, le chloroplatinate obtenu est amorphe, l'eau mère, au sein de laquelle il s'est formé, est fortement colorée en *jaune*, en *rose* ou en *rouge;* elle contient à la fois du platine et du rhodium. Le chloroplatinate lavé par décantation ou sur un filtre, à l'aide d'une solution saturée de sel ammoniac, fournit des eaux de lavage dans lesquelles on peut constater la présence des deux métaux, tant que le jaune de platine n'est pas passé de la forme floconneuse à l'état grenu. Quel qu'ait été le soin pris pour laver ainsi le chloroplatinate, il retient toujours du rhodium dont la quantité dépend du rapport du rhodium au platine et de la nature du sesquichlorure de rhodium mélangé au bichlorure de platine.

On observe des faits tout autres, lorsqu'on détermine la formation du chloroplatinate d'ammoniaque en versant peu à peu du sel ammoniac dans une solution de chlorure platinique rhodifère. Dans ce cas, le précipité grenu qui se produit entraîne avec lui une grande quantité de rhodium. En abandonnant l'eau mère jaune, rose ou rouge en contact avec le jaune de platine, la partie de ce chlorosel, restée en solution, en se transformant dans sa modification insoluble, entraîne avec elle une grande quantité de rhodium. Le chloroplatinate qui se

dépose ainsi est coloré en jaune sale ou en jaune orangé, ou en vert pâle, ou en vert très-foncé, suivant l'état et la quantité de chlororhodiate d'ammoniaque fixée sur le chloroplatinate.

Nous avons trouvé *deux pour* 1000 au *minimum* de rhodium dans le platine réduit du chloroplatinate préparé en ajoutant un volume de solution platinique rhodifère à $2\frac{1}{2}$ pour 100, dans deux fois son volume de solution saturée de sel ammoniac, contenant du sel en suspension en quantité suffisante pour amener l'eau mère à saturation, et en lavant ensuite soigneusement le jaune de platine avec une solution saturée de sel ammoniac. Le platine employé à cet essai contenait 0,00647 de son poids de rhodium.

En opérant inversement, le platine réduit du chloroplatinate retient, après un lavage complet, jusqu'à $1\frac{1}{2}$ *pour* 100 *de rhodium*. Le platine qui a fourni ce résultat contenait 0,043 de son poids de rhodium.

Dans les conditions où l'on est obligé de se placer pour précipiter le platine par le sel ammoniac, du chlororhodiate d'ammoniaque se fixe sur le chloroplatinate, et l'eau mère contient à la fois du chlororhodiate et du chloroplatinate d'ammoniaque, dont les rapports varient nécessairement suivant la quantité de rhodium contenue dans les chlorures soumis à la précipitation. Si le rapport du rhodium au platine est $\frac{1}{100}$, l'eau mère renferme de quatre à cinq fois plus de rhodium que de platine.

En somme, le sel ammoniac ne peut pas opérer une séparation absolue du platine et du rhodium en solution ; on effectue un partage partiel et ce partage réalisé, il est indispensable de recourir à une seconde voie de séparation.

Ainsi que nous le disons plus loin, nous avons eu recours à l'action du bisulfate de potasse pour séparer le rhodium du platine et le platine du rhodium, retirés des chlorosels de ces métaux. Nous n'exposerons pas ici les motifs de l'emploi du bisulfate pour atteindre le but cherché, nous nous bornerons à faire connaître quelques-unes des causes qui semblent pouvoir expliquer les faits observés.

Quelques-uns des phénomènes présentés par les solutions du rhodium et du platine semblent pouvoir être attribués aux modifications qu'éprouvent les chlorosels de ces deux métaux dans des circonstances données. Ainsi on sait que les composés correspondant au sesquioxyde de rhodium sont *jaunes* ou *rouges*. Nous avons constaté que le sesquichlorure de rhodium fournit, avec le sel ammoniac, des combinaisons qui diffèrent à la fois par la couleur et par les propriétés. En effet, une solution de chlorure de rhodium dans le sel ammoniac s'est présentée sous la forme :

1° *Jaune pur,* facilement soluble dans un excès de sel ammoniac;
2° *Rouge groseille,* soluble dans un excès de sel ammoniac;
3° *Rouge brunâtre,* insoluble dans un excès de sel ammoniac;
4° *Jaune brunâtre,* insoluble dans un excès de sel ammoniac;

Ces modifications ont été obtenues à l'aide d'un même rhodium, contenant *une petite quantité de platine.*

La forme *jaune pur soluble* dans le sel ammoniac se produit lorsqu'on verse, à basse température, dans une solution de sel ammoniac contenant du sel solide en suspension, une solution diluée de sesquichlorure de rhodium platinifère.

La forme *rouge soluble* s'obtient en chauffant la solution jaune jusqu'à 100 degrés et maintenant la température tant que la coloration rouge orangé augmente; par le refroidissement du liquide il se précipite du chloroplatinate d'ammoniaque orangé, et le liquide devient rouge rose ou rouge groseille, suivant le contenu en rhodium.

La forme *rouge brunâtre insoluble* prend naissance lorsqu'on entretient dans une douce ébullition une solution de sel ammoniac saturée à froid, contenant la modification rouge soluble; dès que par l'évaporation lente le liquide est arrivé à saturation, on le voit se troubler, déposer à la fois du sel ammoniac presque blanc, contenant interposé un corps solide fortement coloré en rouge brun. En maintenant suffisamment longtemps l'ébullition, on parvient à décolorer presque complétement la solution bouillante de sel ammoniac. Quand ce moment est venu, si l'on décante l'eau mère, et si, après le refroidissement du dépôt, on reprend celui-ci peu à peu par de l'eau froide, en ayant soin de maintenir toujours saturée la solution incolore qui se produit, on parvient à enlever complétement le sel ammoniac solide mélangé. La masse rouge brunâtre restant est cristalline : elle offre la même forme que le chloroplatinate d'ammoniaque pur; elle se dissout abondamment dans l'eau en la colorant fortement en rouge brunâtre, et cette solution, saturée par le sel ammoniac, se décolore complétement en déposant le composé rhodique cristallisé avec sa forme primitive.

Lorsqu'on fait bouillir une solution saturée ou non saturée de ces cristaux rouge brunâtre, la liqueur perd rapidement sa couleur rouge; elle devient d'un *jaune brunâtre.* Cette solution refroidie, saturée de sel ammoniac, se décolore complétement en déposant une poussière cristalline d'un jaune brunâtre, sale, représentant la même forme que le chloroplatinate d'ammoniaque.

Les modifications jaunes ou rouges, solubles ou insolubles dans le sel ammoniac, présentent d'autres propriétés qui les différencient parfaitement. Ainsi les modifications jaune et rouge, solubles dans le sel

ammoniac, se réduisent facilement par l'acide formique et n'impriment au liquide d'autre coloration que celle due au rhodium à l'état de division extrême, tandis que les modifications rouge et jaune brunâtre, insolubles dans le sel ammoniac, se réduisent avec une difficulté extrême par l'acide formique; et avant de déposer du métal réduit, elles se colorent en *vert intense*. Cette coloration verte persiste tant qu'il y a du rhodium en solution.

Le sulfate de rhodium jaune brunâtre, que l'on obtient en dissolvant le *noir* de rhodium dans l'acide sulfurique bouillant, se conduit à la réduction par l'acide formique, comme le chlororhodiate jaune brunâtre, insoluble dans le sel ammoniac, c'est-à-dire qu'il se colore fortement en vert avant de déposer du rhodium métallique, et la liqueur conserve cette coloration pendant tout le temps de la réduction.

Le chlororhodiate de sodium *non efflorescent*, celui qui cristallise après avoir fait bouillir longtemps une solution de chlororhodiate sodique efflorescent, résiste énergiquement à la réduction par l'acide formique; et avant de se réduire, la solution prend une couleur verte très-prononcée, qu'elle conserve tant que dure la réduction qui, pour le sel sodique, est plus longue encore que pour le sel ammonique correspondant.

Le chlororhodiate sodique non efflorescent partage donc les propriétés du chlororhodiate d'ammoniaque rouge brun, insoluble dans le sel ammoniac.

Les faits que nous venons d'exposer brièvement réclament des recherches nouvelles. En supposant que l'observation ultérieure les confirme, ils permettent d'expliquer les phénomènes qui se passent lors de la précipitation du chlorure platinique rhodifère par le sel ammoniac et comment il se fait que la réductibilité des solutions rhodifères par l'acide formique a pu être contestée.

IV. — *De l'impossibilité de séparer complétement entre eux le platine, l'iridium, le ruthénium et le fer, en précipitant une solution de chlorures de ces métaux par le sel ammoniac.*

Nous l'avons déjà dit, les phénomènes que présente le platine associé au rhodium, on les retrouve à des degrés plus ou moins prononcés avec les chlorosels correspondants de l'iridium, du ruthénium et du fer.

Si, en se plaçant dans l'une ou l'autre des conditions que nous avons suffisamment indiquées dans le chapitre précédent, on transforme en chlorosels d'ammoniaque :

1° Une solution contenant des bichlorures de platine et d'iridium ;

2° Une solution contenant du bichlorure de platine et du sesquichlorure d'iridium ;

3° Une solution contenant du bichlorure de platine et de ruthénium :

4° Une solution contenant du bichlorure de platine et du sesquichlorure de ruthénium ;

5° Une solution contenant du bichlorure de platine et du sesquichlorure de fer ;

6° Une solution contenant du bichlorure et du sesquichlorure d'iridium ;

7° Une solution contenant du bichlorure d'iridium et du sesquichlorure de ruthénium.

Suivant qu'on a versé le mélange des chlorures métalliques dans la solution de sel ammoniac en excès, ou qu'on a précipité, petit à petit, les chlorures métalliques par le sel ammoniac en excès, il se produit :

1° Un précipité de chloroplatinate et de chloro-iridiate d'ammoniaque et une eau mère, ou *colorée* et contenant à la fois du platine et de l'iridium, ou *incolore* et presque complétement privée de platine et absolument privée d'iridium ;

2° Un précipité de chloroplatinate d'ammoniaque d'un jaune sale verdâtre, iridifère, malgré de nombreux lavages au sel ammoniac, et une eau mère ou fortement colorée en vert foncé et contenant à la fois du platine et de l'iridium, ou à peine colorée, mais qui finit par se décolorer complétement lorsque la quantité de chloro-iridite d'ammoniaque dissous n'est pas trop considérable et qu'on prolonge suffisamment son contact avec le précipité ;

3° Un précipité de chloroplatinate d'ammoniaque, orange verdâtre, ruthénifère, malgré de nombreux lavages au sel ammoniac et une eau mère ou colorée en jaune, légèrement brunâtre et contenant du platine et du ruthénium, ou à peine teintée de jaune sale et privée presque complétement de platine et même de ruthénium, lorsque ce dernier métal est en quantité relativement faible par rapport au premier.

4° Un précipité de chloroplatinate d'ammoniaque d'un jaune sale, ruthénifère, malgré de longs lavages au sel ammoniac et une eau mère colorée en jaune foncé sale, contenant du platine et du ruthénium, ou jaune brunâtre, se dépouillant à la longue complétement de platine, mais retenant toujours du ruthénium lors même qu'elle a été évaporée jusqu'à siccité avec le chloroplatinate, et que le résidu a été repris par une quantité d'eau insuffisante pour dissoudre tout le sel ammoniac.

5° Un précipité de chloroplatinate d'ammoniaque d'un jaune légèrement brunâtre, ferrifère malgré des lavages prolongés au sel ammo-

niac, et une eau mère ou colorée en jaune ou en jaune brunâtre, contenant à la fois du platine et du fer, ou incolore et dépouillée presque complétement de platine et de fer, lorsque la quantité de ce dernier métal est très-faible par rapport à la masse de jaune de platine ;

6° Un précipité rouge foncé de chloro-iridiate d'ammoniaque et une eau mère fortement colorée en vert. Le chloro-iridiate d'ammoniaque mis en digestion avec une solution de chloro-iridite d'ammoniaque s'empare de celui-ci au point de décolorer à la longue presque complétement la solution ;

7° Un précipité de chloro-iridiate d'ammoniaque ruthénifère après de longs lavages au sel ammoniac et une eau mère fortement colorée en brun et contenant de l'iridium et du ruthénium, ou en jaune légèrement brun, dépouillée d'iridium, mais conservant du ruthénium en solution, lors même qu'elle a été évaporée au bain marie jusqu'à siccité avec le chloro-iridiate, et que le résidu a été repris par une quantité d'eau insuffisante pour dissoudre tout le sel ammoniac.

Il est donc évident qu'en se fondant sur l'insolubilité de quelques chlorosels des métaux de la mine de platine, dans une solution saturée de sel ammoniac, on ne saurait effectuer leur séparation exacte avec des chlorosels qui sont solubles dans ce véhicule. Lorsqu'on opère dans les conditions les plus favorables, une partie des chlorosels solubles reste toujours fixée sur les chlorosels insolubles et, de plus, la solution retient à la fois une partie des deux chlorosels. Nous le répétons, ce mode de procéder ne peut être utilisé que comme moyen d'obtenir des séparations partielles et non comme moyen d'analyse exacte.

Quand on essaye d'effectuer le dédoublement des métaux contenus dans les chlorosels insolubles ou solubles, on se trouve, sauf pour la séparation du platine, du rhodium et du fer, devant des difficultés réellement insurmontables. En effet, en réduisant à basse température les chlorosels par l'hydrogène ou par l'acide formique, ou bien en les réduisant par l'alcool et une solution de soude pure, on obtient, d'une part, un mélange de métaux et d'alliage métallique, et d'autre part un mélange de métaux et d'oxydes métalliques, que les agents que l'on fait agir sur ces mélanges ne séparent que partiellement.

Ainsi, qu'on réduise à basse température par l'hydrogène un mélange de chlorosels platinique, iridique et ruthénique, et qu'on traite ensuite au rouge le résidu métallique par du bisulfate de potasse, de l'iridium et du ruthénium s'oxydent, entrent partiellement en dissolution dans le sel acide, en produisant, soit une solution verte, soit une solution brune. L'éponge de platine, après avoir été bien lavée pour la

priver de bisulfate, traitée à l'eau régale faible, fournit, d'une part, du chlorure platinique contenant de l'iridium et du ruthénium, et d'autre part un mélange d'oxydes d'iridium et de ruthénium insolubles dans l'eau régale faible.

V. — *De la nécessité de recourir au plomb pour opérer la séparation du platine, du rhodium et du palladium avec l'iridium.*

Lors de leurs recherches sur le platine iridié, MM. H. Sainte-Claire Deville et H. Debray ont découvert qu'en dissolvant, à haute température, le platine allié à l'iridium, au rhodium, au palladium, au ruthénium, au fer et au cuivre, dans une quantité convenable de plomb, il s'effectue un partage très-net des métaux platiniques. Le plomb s'allie exclusivement au platine, au rhodium, au palladium, au cuivre et à une très-petite quantité de fer; l'iridium, le ruthénium et le fer s'allient entre eux en se séparant de l'alliage plombeux.

Lorsque la quantité de plomb est suffisante et que l'alliage est fait à une température convenable, le plomb sépare si parfaitement le platine, le rhodium, le palladium et le cuivre de l'iridium et du ruthénium, qu'on ne saurait découvrir, par aucun moyen connu, dans l'alliage de plomb, de platine rhodifère et palladifère, une trace d'iridium ou de ruthénium, et réciproquement dans l'alliage d'iridium et de ruthénium isolé une trace de platine ou d'autres métaux sauf du fer.

L'expérience démontre qu'un poids de plomb *décuple* de celui de l'alliage platinique et qu'une température comprise entre les points de fusion de l'argent et de l'or, entretenue pendant deux à trois heures, réalisent complétement le résultat cherché.

Les métaux de la mine de platine, unis au plomb, constituent des alliages définis, dissous ou disséminés dans l'excès de plomb; du moins cette conclusion semble résulter de l'action des acides sur cet alliage. En effet, en faisant réagir successivement sur la masse métallique l'acide azotique *très-dilué* et bouillant, on parvient à dissoudre les neuf dixièmes du plomb employé, avec tout le cuivre et le palladium. Lorsque l'action de l'acide azotique a été bien ménagée, l'azotate de plomb ne contient que de très-faibles quantités de platine et de rhodium, et encore peut-on admettre que dans ce cas la dissolution du platine et du rhodium provient de l'alliage défini de platine et de plomb, et de rhodium et de plomb, alliages qui ne sont pas absolument inattaquables par l'acide azotique tant soit peu concentré.

Quand l'action de l'acide azotique dilué est épuisée, il reste un mélange formé d'un alliage de platine et de plomb, d'un alliage de rho-

dium et de plomb, enfin d'un alliage d'iridium, de ruthénium et de fer.

En traitant avec ménagement ce mélange par de l'eau régale diluée, l'alliage de platine et de plomb est attaqué en premier lieu; on le reconnaît à la couleur jaune pur de la solution du chlorure platinique produite. Si l'alliage attaqué par le plomb est riche en rhodium, on trouve après la dissolution du platine de larges lamelles brillantes qui se dissolvent à leur tour dans l'eau régale, en communiquant à la solution platinique déjà formée une teinte rhodique caractéristique.

Le résidu métallique insoluble dans l'eau régale faible se compose exclusivement d'un alliage d'iridium, de ruthénium et de fer.

La méthode suivie dans nos analyses de l'alliage du mètre pour la séparation de l'iridium et une des méthodes employées pour la séparation du ruthénium reposent sur les faits que nous venons d'exposer.

VI. — *Des difficultés qu'entraîne avec lui l'emploi du plomb pour séparer l'iridium du platine, lors du dosage de ce métal et du rhodium.*

On ne peut se le dissimuler, l'intervention du plomb entraîne avec elle quelques difficultés pour le dosage ultérieur des autres métaux et notamment du platine et du rhodium; mais ces difficultés peuvent être vaincues, tandis qu'il n'existe actuellement aucune autre méthode de séparation radicale du platine et de l'iridium. Enfin le platine et le rhodium, séparés d'une solution plombifère, peuvent retenir du plomb dont la quantité s'élève de 0,002 à 0,005, et le sulfate de plomb obtenu lors de la précipitation de l'azotate et du chlorure de plomb platinifère et rhodifère contient souvent du platine et du rhodium. Mais il existe des moyens précis pour enlever le plomb à l'éponge de platine, et le platine et le rhodium au sulfate de plomb, lors même que ce sel a été amené à l'état grenu en le chauffant à 100 degrés.

Deux traitements successifs au bisulfate de potasse de l'éponge de platine faiblement chauffée privent ce métal du plomb qu'il retient. Dans cette attaque le bisulfate dissout à la fois une petite quantité de platine et de plomb; mais en chauffant, après la dissolution, le sel acide au point d'en éliminer le platine dissous (ce qui s'effectue lorsqu'une partie du bisulfate est passée à l'état de sulfate neutre par suite de l'élévation de la température), le sel retient tout le plomb. Cette séparation, pour être complète, exige quelques précautions. On est certain de la réussite lorsqu'on a soin d'opérer au commencement la so-

lution de bisulfate de potasse contenant le plomb avec une quantité d'eau chaude suffisante seulement pour produire une solution saturée. Dans ce cas la liqueur est parfaitement limpide et tout le sulfate de plomb s'y trouve en solution.

Ce sel métallique s'en précipite seulement en mêlant de l'eau à la solution saturée de sulfate acide de potasse, condition dans laquelle il se sépare complétement.

On peut s'assurer que le second traitement au bisulfate de potasse a enlevé le sulfate de plomb retenu par l'éponge de platine, en faisant digérer *à froid* le platine bien lavé à l'eau, dans un excès de solution concentrée de carbonate d'ammoniaque. S'il est resté du sulfate, la solution de carbonate d'ammoniaque et les eaux de lavage du platine contiennent du sulfate d'ammoniaque, et le platine, après avoir subi un lavage prolongé à l'eau, cède à l'acide azotique dilué le carbonate de plomb qui s'est formé par la décomposition du sulfate retenu.

Quant au platine et au rhodium qui se fixent sur le sulfate de plomb existant dans les eaux mères de la précipitation par l'acide sulfurique, du nitrate et du chlorure de plomb, on peut les enlever avec facilité, en évaporant ces eaux mères jusqu'à siccité, reprenant par l'eau, recueillant le sulfate de plomb devenu insoluble sur un filtre et arrosant celui-ci avec une solution saturée de carbonate d'ammoniaque, tant qu'il se produit un dégagement d'acide carbonique. Le platine et le rhodium se dissolvent dans le carbonate ammoniacal ; le plomb est transformé en carbonate qui reste sur le filtre, sauf une très-petite quantité qui est entraînée avec le sulfate et le carbonate d'ammoniaque dissous.

En maintenant à vase ouvert le liquide filtré à 100 degrés tant qu'il continue à déposer du carbonate de plomb, et en le filtrant de nouveau, on obtient en solution tout le platine et le rhodium qui s'étaient fixés sur le sulfate de plomb.

Nous nous sommes assurés que la grande masse de sulfate de plomb qui se produit lors de la précipitation par l'acide sulfurique du nitrate de plomb provenant de l'attaque de l'acide azotique dilué par l'alliage de plomb platinifère, ne contient en quantité pondérable ni platine, ni rhodium, ni palladium, lorsque cette précipitation s'effectue *à froid* dans une solution suffisamment étendue et qu'on a soin de porter plus tard la masse à 100 degrés pour rendre le sulfate de plomb grenu et susceptible d'être lavé à froid.

A plusieurs reprises nous avons cherché dans ce sulfate de plomb tous les métaux platiniques, en le transformant en carbonate de plomb. Dans aucun des essais l'eau mère n'a contenu des traces de platine ou

de rhodium ou de cuivre. Nous y avons constaté des traces indosables de fer, que l'on rencontre souvent dans le plomb préparé en grand avec tous les soins possibles.

D'ailleurs les données suivantes font voir avec quelle précision on peut séparer par le plomb le platine et l'iridium, et enlever ensuite au platine isolé le plomb employé.

Ces données sont empruntées au travail que nous avons exécuté pour la préparation du platine, de l'iridium et du platine iridié *purs*. Nous nous bornons à inscrire les chiffres indispensables pour les questions à élucider.

Nous avons allié à 207^{gr},150 de platine pur, préparé par M. Léonce Rommelaëre, 23^{gr},017 d'iridium préparé par nous.

Après la fonte, l'alliage laminé et décapé a été refondu à trois reprises dans une flamme oxydante, pour obtenir la répartition aussi égale que possible de l'iridium et du platine. Ce résultat réalisé, on a laminé de nouveau le lingot et, après un nouveau décapage à l'acide chlorhydrique dilué et bouillant, on a prélevé :

Alliage	5^{gr},000
qu'on a dissous à la température de la fusion de l'argent dans le plomb pur préparé par M. Clément	50^{gr},000
Après l'alliage le culot pesait	54^{gr},991

Le culot attaqué par l'acide azotique dilué d'abord, puis par l'eau régale diluée, a laissé, déduction faite du poids des cendres de deux filtres, iridium ..... 0^{gr},4996

On a retiré :

1° Du jaune de platine lavé au sel ammoniac et obtenu à l'aide de la solution de chlorure platinique :

Platine plombifère ..... 4^{gr},4528

2° Du jaune de platine des eaux mères du chlorure et des nitrates :

Platine rhodifère et plombifère	0^{gr},05325
Soit une somme de	4^{gr},50605

Les eaux mères ne contenaient aucune trace de cuivre ou de fer.

Ces platines, après avoir été traités, à deux reprises, au bisulfate de potasse pour les dépouiller de plomb et de rhodium, ont laissé :

1° Platine du chlorure ..... 4^{gr},44505

2° Platine des eaux mères du chlorure et des nitrates....	gr 0,05150
3° Platine et rhodium dissous avec le plomb par le bisulfate de potasse.....	0,00076
4° Rhodium séparé du platine.....	0,00032

En somme, nous avons obtenu :

	gr
Iridium.....	0,49960
Platine.....	4,49699
Rhodium.....	0,00032
	4,99691
Au lieu de.....	5,00000

Ces résultats prouvent l'exactitude avec laquelle on peut faire, d'une part, la synthèse du platine iridié, et d'autre part l'analyse de l'alliage, en faisant intervenir le plomb pour séparer les métaux alliés.

Nous l'avons dit plus haut, c'est également à l'aide du bisulfate de potasse fondu que nous avons opéré la séparation du platine et du rhodium. Nous avons voulu nous assurer de la limite d'erreur que comportent cette séparation et le dosage de ces deux métaux. A cet effet, nous avons effectué de la manière suivante la synthèse et l'analyse du platine rhodié. Nous avons pris 0gr,5000 de gris de platine pur préparé par M. Rommelaëre, et provenant du noir de ce métal chauffé jusqu'à ce que son poids fût constant. Nous l'avons chauffé au rouge sombre dans 25 grammes de bisulfate de potasse pur fondu dans une capsule de platine pur, bien polie et tarée, contenue dans un moufle chauffé au gaz de l'éclairage. Après avoir constaté que le gris de platine ne communiquait au rouge vif aucune coloration particulière au bisulfate, nous avons laissé refroidir et solidifier le sel. Nous avons répandu ensuite à la surface du bisulfate 0gr,19167 de gris de rhodium pur provenant du noir de ce métal chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène jusqu'à poids constant. Après avoir couvert la capsule d'un couvercle de même métal, nous avons dissous le rhodium dans le bisulfate. Cette dissolution s'est effectuée au point de fusion du sel. L'expérience nous ayant appris qu'au rouge décidé le platine emprunte du rhodium à une solution de ce métal dans le bisulfate, nous avons laissé le tout en contact pendant une demi-heure, en tenant la capsule soigneusement couverte, pour empêcher autant que possible le dégagement d'acide sulfurique et l'entraînement du bisulfate rhodifère et platinifère.

Le bisulfate refroidi a été repris par de l'eau et le platine lavé à fond. La solution de bisulfate a été filtrée, et le filtre lavé jusqu'à ce que les eaux de lavage ne se troublassent plus par le chlorure de baryum. Le filtre a été incinéré dans la capsule. L'augmentation du poids de la capsule a été $0^{gr},50755$, déduction faite du poids des cendres du filtre, soit $0^{gr},00045$ composé de silice pure.

Le platine a été repris une deuxième fois pendant une demi-heure par 25 grammes de bisulfate de potasse, chauffé au rouge vif dans la capsule couverte. Le sel s'est coloré en rouge rose. Le bisulfate a été dissous dans les eaux de lavage du filtre précédent et le filtre ainsi que le platine lavé à fond.

Le filtre ayant été incinéré dans la capsule de platine, il y a eu augmentation de $0^{gr},49950$, déduction faite du poids des cendres de deux filtres. Le platine a été traité ensuite à *cinq reprises* par $12^{gr},5$ de bisulfate, qu'on a successivement décanté dans une capsule de platine; au dernier traitement, ce sel acide ne s'est pas plus coloré qu'avec le platine pur. Tout le bisulfate a été dissous dans les eaux de lavage du filtre précédent. Après repos, les solutions ont été filtrées, et le filtre ainsi que le platine lavé à fond. Le filtre ayant été incinéré dans la capsule de platine, le poids de celle-ci s'est trouvé augmenté de $0^{gr},488$, déduction faite du poids des cendres de trois filtres et en supposant que la capsule ait conservé son poids primitif, supposition inexacte, ainsi que nous le dirons plus bas.

Toutes les solutions de bisulfate et les eaux de lavage des filtres ont été saturées par de l'ammoniaque pure et additionnées ensuite d'acétate et de formiate acides d'ammoniaque; le mélange a été porté à l'ébullition; il a fallu entretenir le liquide en ébullition pendant *quatre* jours pour faire disparaître complétement la coloration verte qu'il avait acquise par la chaleur.

Après le dépôt du rhodium réduit, le liquide parfaitement incolore a été filtré et le métal a été reçu sur un filtre. Les eaux de lavage de celui-ci ont été jointes à l'eau mère, et le mélange, additionné de formiate acide d'ammoniaque, a été porté à l'ébullition et entretenu dans cet état pendant deux jours. Le liquide, devenu ainsi sensiblement noir, s'est décoloré par le repos et a déposé une poussière métallique qui a été reçue sur un filtre, lequel a été lavé à fond avec de l'eau légèrement acidulée par de l'acide chlorhydrique, afin de l'empêcher de passer au travers le papier.

Le filtre contenant le rhodium, après avoir été séché, a été incinéré dans un très-petit creuset de porcelaine vernie et taré. Le résidu, préalablement réduit au gaz de l'éclairage, a pesé $0^{gr},20160$, déduc-

tion faite du poids des cendres du filtre. Le métal a été chauffé pendant une demi-heure dans la capsule de platine couverte avec 25 grammes de bisulfate de potasse. Le sel repris par de l'eau a laissé, déduction faite des cendres du filtre, $0^{gr},01030$ de platine pur. Le filtre contenant le noir déposé pendant l'ébullition des eaux mères qui ont fourni le rhodium ayant été lavé, séché et incinéré dans le petit creuset de porcelaine taré, a laissé, déduction faite du poids des cendres, $0^{gr},0013$ de métal, formé presque exclusivement de platine.

La capsule de platine poli qui a servi à effectuer les traitements au bisulfate, pesée après les *huit* attaques, avait subi une *diminution* de poids de $0^{gr},00410$. Le vase, dont la surface interne est de $84^{cq},5$, a donc perdu, en moyenne, à chaque attaque, $0^{gr},0005125$. A l'œil nu, il était facile de constater que l'attaque s'effectue là où le platine et le bisulfate ont le *contact de l'air*. Là, en effet, le métal se dépolit en formant un anneau blanc mat très-visible.

Les données qui précèdent conduisent aux résultats suivants :

La perte moyenne éprouvée par la capsule à chaque attaque étant $0^{gr},0005125$, le poids du rhodium enlevé par le platine au bisulfate de potasse et de rhodium fondus est donc

$$0^{gr},00755 + 0^{gr},0005125 = 0^{gr},00806,$$

soit 1,6 pour 100.

Le poids du platine repris une fois par le bisulfate est

$$0^{gr},4995 + 0^{gr},0005125 \times 2 = 0^{gr},500525.$$

Le poids du platine repris ensuite cinq fois par le bisulfate est

$$0^{gr},488 + 0^{gr},0005125 \times 7 = 0^{gr},49159.$$

Le poids du platine dissous en même temps que le rhodium ayant été trouvé égal à $0^{gr},01030 + 0^{gr},00130$, soit $0^{gr},0116$, il s'ensuit que le poids total du platine retrouvé est égal à

$$0^{gr},49159 + 0^{gr},0116 = 0^{gr},50319.$$

En faisant la somme du gris de platine employé, du platine enlevé à la capsule lors des sept attaques successives, on a

$$0^{gr},500 + 0^{gr},00358 = 0^{gr},50358,$$

tandis que nous avons retrouvé en réalité

$$0^{gr},50319.$$

La perte s'élève donc à $0^{gr},00039$, soit *huit dix-millièmes*.

Quant au rhodium, nous avons obtenu $0^{gr},20160$, d'où nous avons retiré $0^{gr},0103$ de platine, ce qui ramène son poids à $0^{gr},1913$, tandis que nous avons employé $0^{gr},19167$. La perte s'élève à 7 dix-millièmes.

En partant de métaux purs et en y mettant les soins nécessaires, on peut, analytiquement, séparer le platine et le rhodium à un millième près.

VII. — *De la nécessité de recourir à la transformation du ruthénium en acide hyperruthénique, et à la volatilisation de celui-ci pour en opérer la séparation complète avec les autres métaux.*

On le sait, l'idée première de recourir à la transformation du ruthénium en acide hyperruthénique et à la volatilisation de celui-ci pour en opérer la séparation des autres métaux, et en faire le dosage, a été émise par Claus. Mais ce célèbre chimiste, dont les magnifiques travaux ont élucidé tant de points obscurs de l'étude des métaux de la famille du platine, s'est borné à faire entrevoir la possibilité d'arriver à ce résultat : il n'a indiqué aucune méthode pour le réaliser. Cette lacune a été comblée par MM. H. Sainte-Claire Deville et H. Debray. Ils ont imaginé deux méthodes distinctes, qui permettent de contrôler les résultats obtenus.

Nous allons présenter successivement les motifs de ces méthodes, en suivant l'ordre chronologique de leur emploi et les facilités et les difficultés inhérentes à chacune d'elles.

On sait que l'iridium et le ruthénium isolés ou à l'état d'alliage sont oxydés au rouge par la potasse et le nitre fondus. Lorsque le ruthénium est isolé, dès qu'il est attaqué par la potasse et le nitre fondus, il se transforme *intégralement* et *sans perte* en ruthéniate de potasse, soluble dans l'eau sans altération, si ce liquide est privé de matières organiques. Un courant de chlore transforme cette solution d'abord en heptaruthéniate de potasse et en chlorure de potassium, et ensuite en acide hyperruthénique et acide hypochloreux.

L'action de la potasse et du nitre fondus sur l'iridium isolé et sur un alliage d'iridium et de ruthénium est beaucoup plus compliquée.

L'iridium isolé et très-divisé attaque la potasse et le nitre fondus; suivant la température à laquelle l'action s'effectue, le temps qu'on a maintenu les matières en présence et la quantité d'hydrate de potasse employée, il se produit ou exclusivement de l'oxyde d'iridium, insoluble dans l'eau, inattaquable par les acides azotique, chlorhydrique et à peine attaquable par l'eau régale concentrée et bouillante, ou ex-

clusivement de l'iridiate de potasse, *partiellement* soluble dans l'eau, soluble intégralement à basse température dans les acides azotique, chlorhydrique et dans l'eau régale. Toutes ces dissolutions sont primitivement d'un bleu intense et pur.

Lorsque l'iridium et le ruthénium sont alliés, ce dernier métal suit l'iridium dans ses transformations. Si l'on opère l'attaque de l'alliage dans les conditions où l'iridium produit exclusivement de l'oxyde, insoluble dans les acides, conditions qui se réalisent toujours en substituant l'hydrate et l'azotate sodique à l'hydrate et l'azotate potassique, le ruthénium, malgré la facilité avec laquelle il fournit du ruthéniate alcalin soluble, s'oxyde avec l'iridium, et le mélange de ces oxydes ne cède à l'eau, ou aux acides ou aux hypochlorites alcalins que des traces de ces oxydes. En vain fait-on passer un courant de chlore au travers de l'eau rendue alcaline par la soude, et contenant les oxydes en suspension : il ne se produit que des traces d'acide hyperruthénique.

Quand l'alliage d'iridium et de ruthénium a été traité dans les conditions convenables pour transformer tout l'iridium en iridiate de potasse complétement soluble dans les acides, le produit obtenu peut céder à l'eau pure d'abord et aux solutions diluées d'hypochlorite alcalin de soude ensuite, tout le ruthénium contenu dans l'alliage, à l'état de ruthéniate. *Il se dissout toutefois en même temps une certaine quantité d'iridiate de potasse.*

Les phénomènes qui se présentent étant complexes, il est nécessaire d'entrer ici dans quelques détails.

En reprenant par de l'eau le produit de l'attaque exécutée dans des conditions convenables, ce liquide dissout du ruthéniate et de l'iridiate de potasse, et d'autant moins d'iridium que l'eau a pris davantage de ruthénium, et réciproquement d'autant plus d'iridium qu'il existe moins de ruthénium en solution.

L'eau même rendue alcaline est incapable d'enlever à l'iridiate de potasse tout le ruthénium qu'il renferme.

En faisant digérer à plusieurs reprises l'iridiate de potasse épuisé par l'eau avec une solution alcaline et *diluée* d'hypochlorite de soude, on parvient à le priver *complétement* de ruthénium.

Une solution contenant à la fois du ruthéniate et de l'iridiate de potasse étant abandonnée à elle-même en *vase clos* dépose, au bout de quelques jours, la majeure partie de l'iridiate de potasse; ce sel, en se déposant, entraîne constamment avec lui une certaine quantité de ruthéniate de potasse, qu'il ne cède point à l'eau pure, ni même à l'eau alcaline, mais qui est dissoute par une solution diluée et alcaline d'hypochlorite de soude.

L'action de l'hypochlorite de soude sur l'iridiate de potasse est toujours accompagnée d'un dégagement d'oxygène.

La solution de ruthéniate de potasse, dont l'iridiate s'est séparée par un repos suffisant, retient toujours de l'iridium, lors même que la quantité de ruthénium est réduite au point de fournir un liquide incolore.

Du reste, la décoloration du liquide est moins due à son appauvrissement en iridium et en ruthénium qu'au fait que les colorations du ruthéniate et de l'iridiate de potasse sont complémentaires lorsque ces sels existent dans des proportions données. On constate aisément la présence simultanée du ruthénium et de l'iridium dans ces liquides, en y faisant passer à froid un courant de chlore, qui y détermine un précipité d'oxyde iridique et laisse de l'acide hyperruthénique en solution avec de l'acide hypochloreux.

Ainsi, par l'action de l'eau sur un mélange d'iridiate et de ruthéniate de potasse, il se fait un partage inégal de l'iridium et du ruthénium. Il reste du ruthéniate de potasse dans le résidu de l'iridiate de potasse, et la solution de ruthéniate contient également de l'iridiate.

L'iridiate lavé à l'eau pour le priver du ruthéniate et l'iridiate déposé spontanément d'une solution de ruthéniate, traités à plusieurs reprises par une solution alcaline et diluée d'hypochlorite de soude, cèdent tout le ruthénium qu'ils renferment.

Les faits que nous venons d'exposer expliquent pourquoi, en précipitant par l'alcool de l'hydrate de sesquioxyde de ruthénium de la solution de ruthéniate de potasse, on ne peut arriver qu'accidentellement à un résultat exact et par compensation d'erreur. Il faut, en effet, qu'il soit resté dans l'iridiate insoluble autant de ruthénium que le ruthéniate en solution contient d'iridium.

Lorsqu'on épuise l'iridiate par une solution alcaline diluée d'hypopochlorite de soude et qu'on décompose ensuite la solution alcaline par de l'alcool, on doit avoir du sesquioxyde de ruthénium contenant de l'oxyde d'iridium. Ce mode de dosage, long et délicat à exécuter, doit donc conduire, malgré des chances de pertes qu'il comporte, à un résultat exagéré.

En prenant tous les soins possibles, on obtient de cette manière du ruthénium contenant jusqu'à un quart de son poids d'iridium. Au lieu de précipiter par l'alcool les solutions de ruthéniate de potasse iridifère, si on les introduit dans un appareil approprié et qu'on les soumette à froid à un courant lent de chlore, l'iridium est précipité à l'état d'hydrate iridique et le ruthénium passe intégralement à l'état d'acide hyperruthénique qui reste en solution dans l'eau avec l'acide hypo-

chloreux et les chlorures alcalins formés en même temps. En soumettant dans un courant lent de chlore cette solution hyperruthénique à une température comprise d'abord entre 70 et 80 degrés, et ensuite à la température de l'ébullition du liquide, tout l'acide hyperruthénique en est éliminé. En recevant dans un liquide réducteur le mélange de chlorure et de vapeurs d'acide hyperruthénique, on condense tout le ruthénium à l'état de sesquichlorure ruthénique. L'iridium dissous avec le ruthénium reste dans l'eau mère.

Une des méthodes de dosage du ruthénium, imaginée par MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray, et décrite ci-après, repose sur les faits que nous venons d'exposer. Il serait sans utilité d'en parler ici; nous pouvons nous borner à faire connaître les conditions à remplir pour transformer l'iridium complétement en iridiate de potasse soluble dans les acides, et partant susceptible de céder à l'eau et à une solution alcaline d'hypochlorite de soude le ruthéniate de potasse qu'il renferme. Ces conditions sont l'emploi :

1° De l'iridium à l'état métallique et très-divisé;

2° De seize fois au minimum son poids de potasse pure, préalablement fondue pour en éliminer l'eau et six fois son poids de nitre ;

3° D'une température voisine *du point de fusion de l'argent*, continuée pendant deux heures et demie à trois heures;

4° D'un creuset d'or couvert d'une capsule du même métal et d'une capacité au *minimum* triple du volume du mélange de potasse et de nitre fondus.

Malgré tous les efforts faits pour remplir ces conditions, il est nécessaire de s'assurer si l'iridium oxydé, traité successivement par l'eau et par une solution alcaline et diluée d'hypochlorite de soude, ne retient plus de ruthénium. Nous avons pris ces précautions dans toutes nos analyses, et dans l'exposé des méthodes nous indiquons les moyens que nous avons employés à cet effet.

VIII. — *De la possibilité d'éliminer directement le ruthénium à l'état d'acide hyperruthénique sans le séparer préalablement des métaux avec lesquels il est allié dans le platine iridié.*

Lorsqu'il s'agit simplement de doser le ruthénium, il est inutile de procéder préalablement à la séparation du platine, de l'iridium et du ruthénium. On peut éliminer directement le ruthénium à l'état d'acide hyperruthénique par l'action du chlore sur une solution sodique des chlorures provenant de la dissolution du platine iridié dans l'eau ré-

gale concentrée. Dans ces conditions, la séparation complète du ruthénium s'effectue malgré la présence de la grande quantité de platine et d'iridium qui sont en solution dans la liqueur alcaline.

En effet, un courant de chlore transforme une solution de platinate de soude en chloroplatinate, chlorure de sodium et acide hypochloreux et une solution d'iridiate sodique en chloro-iridiate, solubles.

Lorsqu'il y a présence de potasse et de soude à la fois, la formation de chloro-iridiate est précédée de la production d'un composé d'iridium insoluble qui se forme avec dégagement d'oxygène, mais qui se redissout en se transformant en chloro-iridiate soluble dès qu'il s'est produit une quantité suffisante d'hypochlorite sodique et d'acide hypochloreux.

Lorsque la solution de platine et d'iridiate sodiques est étendue au point de ne contenir que *un* à *deux* pour 100 de platine iridié en dissolution, on sépare, à l'aide d'un courant lent de chlore, *sans perte*, le ruthénium à l'état d'acide hyperruthénique. Cet acide qui, à l'état isolé, est si instable, devient d'une stabilité extrême dès qu'il est en présence de l'acide hypochloreux. Sa solution aqueuse, contenant une quantité suffisante d'acide hypochloreux, peut bouillir sans s'altérer, lors même qu'elle est exposée à la radiation solaire directe. Par l'ébullition, on peut chasser la dernière trace de ruthénium du liquide, soit que celui-ci se compose d'une solution aqueuse et diluée d'acide hypochloreux et de chlorures alcalins ou d'une solution aqueuse d'acide hypochloreux, de chlorures alcalins et de chloroplatinate et de chloro-iridiate sodiques. Quand l'opération est conduite avec ménagement, c'est-à-dire quand la saturation du liquide par le chlore est faite à froid et avec lenteur, et qu'on procède dans le courant de chlore à la distillation, d'abord entre 70 et 80 degrés, et ensuite au point d'ébullition du liquide, et enfin qu'on a soin de recueillir dans un liquide réducteur convenable le chlore, la vapeur d'acide hyperruthénique et la vapeur d'eau, l'extraction et la condensation du ruthénium s'opèrent avec une telle précision, qu'on peut comparer ce mode de recherche du ruthénium à la recherche de l'arsenic par l'appareil de Marsh.

C'est à l'aide de ce second mode de séparation du ruthénium que nous avons contrôlé les résultats fournis par la première méthode.

Lorsque MM. Deville et Debray ont appliqué, pour la première fois, le principe des méthodes d'extraction du ruthénium que nous venons de faire connaître, ils ont reçu le mélange gazeux d'acide hyperruthénique, de chlore et d'acide hypochloreux dans un excès de solution étendue de potasse pure, et ils ont précipité par l'alcool le ruthéniate de potasse ainsi formé. Ce mode de procéder conduit à des résultats exacts,

mais il présente l'inconvénient de fournir un hydrate de sesquioxyde de ruthénium renfermant de la potasse et même de la silice enlevée au verre ou à la potasse qu'on est obligé de séparer ensuite. Pour se mettre à l'abri de cette difficulté, ils ont substitué à la solution diluée de potasse un mélange d'eau, d'alcool et d'acide chlorhydrique *purs*. Ce mélange transforme instantanément l'acide hyperruthénique en sesquichlorure de ruthénium, qui est fixe et soluble dans l'eau alcoolique acidifiée. Lorsque l'alcool employé est pur, l'eau alcoolique acidifiée, après avoir reçu beaucoup de chlore, peut être volatilisée à l'étuve, sans laisser une trace pondérable de résidu. On obtient de l'alcool réalisant cette condition en soumettant à la distillation une solution alcoolique de potasse et en rectifiant une seconde fois le produit obtenu.

L'eau alcoolique acidifiée dans laquelle on a reçu l'acide hyperruthénique se colore en brun plus ou moins foncé, devient même complétement opaque lorsqu'elle renferme 100 milligrammes de ruthénium par litre de liquide à l'état de chlorure ruthénique, soit $\frac{1}{10000}$.

Par l'évaporation à chaud, ce liquide change de couleur, il passe au rouge brunâtre, souvent avec des stries vertes sur la capsule, et finalement au jaune. Évaporé jusqu'à siccité, il laisse un résidu de sesquichlorure que l'eau dissout en le décomposant partiellement, mais qui se redissout *intégralement* dans l'acide chlorhydrique dilué et chaud. En chauffant ce résidu dans un courant de gaz de l'éclairage, il se réduit avec formation d'abord de noir de ruthénium qui passe à l'état de lamelles très-brillantes lorsqu'on le chauffe ensuite dans le gaz à une température rouge sombre.

Le ruthénium ainsi obtenu est parfaitement pur lorsqu'il provient d'une solution alcaline de ruthéniate de potasse, mais il peut contenir des chlorures alcalins et des *traces* de platine et d'iridium quand on l'a extrait d'une solution de ruthéniate contenant soit de l'iridiate de potasse en suspension, soit du chloro-iridiate et du chloroplatinate de potasse ou de soude en solution. Dans ces cas, il se produit, ainsi que nous l'avons dit plus haut, lors du passage du chlore, une effervescence, accompagnée de pétillement, due à un dégagement d'oxygène. Si le courant de chlore est un peu actif, des vésicules de solution de chlorure sont entraînées et viennent avec le chlore et l'acide hyperruthénique se condenser dans l'eau alcoolique acidifiée. Après avoir pesé le ruthénium réduit, il est donc indispensable de le soumettre à un lavage à l'eau pure et de le peser une seconde fois après sa dessiccation.

On reconnaît la pureté du métal obtenu en l'attaquant à l'aide d'une solution concentrée d'hypochlorite de soude pur. Cette solution dissout *rapidement* et *complétement* le ruthénium même à froid, tandis

qu'elle laisse indissous les autres métaux de la mine de platine. On constate ainsi que, dans une opération exécutée sans qu'il soit survenu d'accident, des quantités tout à fait négligeables de platine et d'iridium sont entraînées avec les vésicules soulevées. Voici, du reste, les résultats d'une expérience exécutée dans les conditions où nous avons opéré toutes nos déterminations, et qui a été faite exclusivement pour nous assurer du degré de confiance que méritent nos dosages du ruthénium.

Nous avons mêlé à une solution de $4^{gr},500$ de platine pur, dans l'eau régale, $0^{gr},500$ d'iridium à l'état de chloro-iridiate de potasse, obtenu en dissolvant dans l'acide chlorhydrique concentré de l'iridiate de potasse soluble dans les acides, bien lavé à l'eau d'abord et ensuite à l'aide d'une solution d'hypochlorite de soude. Ce mélange a été évaporé jusqu'à siccité et le résidu a été repris par une quantité d'eau de chlore suffisante pour le dissoudre. Nous avons ajouté à cette solution $0^{gr},040$ de fer dissous à l'état de chlorure ferrique. Le tout a été introduit dans le ballon de l'appareil à extraction du ruthénium figuré à la fin de l'exposé des méthodes d'analyse. Après avoir transformé, par une addition suffisante de soude caustique pure, le chlorure de platine en platinate de soude, on a ajouté $0^{gr},100$ de ruthénium à l'état de ruthéniate de potasse et l'on a ramené, par l'addition d'eau, le volume de la solution à 400 centimètres cubes. On a procédé à l'extraction du ruthénium comme il est dit dans l'exposé des méthodes d'analyse.

Deux distillations successives ont suffi pour éliminer tout le ruthénium ; la troisième n'en a donné que des traces douteuses.

Les résultats obtenus sont les suivants :

	gr
1° Poids de la capsule entièrement vernie et rougie.....	23,70175
2° Poids de la capsule avec le ruthénium réduit à l'état de lamelles brillantes.....	23,80430
3° Poids de la capsule avec le ruthénium lavé à l'eau pure	23,80235
4° Poids de la capsule après la dissolution du ruthénium dans l'hypochlorite de soude.....	23,70255
5° Poids de la capsule traitée à l'eau régale concentrée pour dissoudre les traces de résidu métallique insoluble dans l'hypochlorite.....	23,70185

D'où il suit :

	gr
1° Poids du ruthénium obtenu.....	0,09980
2° Poids du chlorure alcalin entraîné.....	0,00195
3° Poids du platine et de l'iridium entraînés.....	0,00080

Nous avons donc retrouvé à $0^{gr},0002$ près le ruthénium employé, et

la moitié de cette quantité se confond avec l'incertitude de la pesée.

La présence simultanée du chlorure alcalin et du platine iridié dans le ruthénium obtenu prouve bien que c'est par pétillement dû à l'oxygène dégagé du liquide qu'on doit l'entraînement, à l'état de vésicules, de la solution des chlorures sodique, platinique et iridique.

Quoi qu'il en soit, il serait difficile de trouver un procédé de séparation et de dosage plus précis. Aussi nous n'hésitons pas à dire que l'exactitude de nos dosages du ruthénium dans le platine iridié qui nous a été fourni ne laisse aucun doute dans notre esprit et que si certains résultats diffèrent légèrement les uns des autres, la différence observée dépend d'un défaut d'homogénéité de l'alliage.

IX. — *De la séparation et du dosage du fer et du cuivre contenus dans le platine iridié.*

La séparation exacte du fer contenu dans le platine iridié présente de sérieuses difficultés. Suivant l'état dans lequel le fer existe dans l'alliage, il est attaquable ou inattaquable par les agents qui dissolvent ce métal sans toucher au platine iridié. Ainsi, le fer superficiel et le fer mécaniquement incorporé, comme nous en avons trouvé à la surface d'une des règles, et sur certains bouts de règles, se dissout, mais *partiellement*, dans l'acide chlorhydrique dilué bouillant, surtout lorsqu'on a soin, comme nous l'avons fait presque toujours, suivant le précepte de M. Damour, d'ajouter au liquide acide une certaine quantité d'iodhydrate d'ammoniaque. Traité ainsi, le platine iridié des règles retient du fer allié, qu'on ne parvient à séparer qu'en dissolvant tout l'alliage.

Le platine ferrifère, le platine iridié ferrifère, l'iridium ferrifère sont inattaquables, même au rouge sombre, par l'acide chlorhydrique gazeux. Chauffés longtemps au rouge décidé dans l'air, ces alliages acquièrent une couleur d'hématite, mais l'oxydation du fer est limitée à la surface. En enlevant à l'acide chlorhydrique l'oxyde ferrique, et par le poli les métaux platiniques superficiels, on reproduit, par l'action de la chaleur, l'oxydation du fer allié jusqu'à la destruction complète des alliages.

A une température rouge, le chlore et la vapeur de sel ammoniac enlèvent du fer au platine iridié; mais le chlorure de fer produit contient à la fois du *platine* et de l'*iridium*, et l'alliage inattaqué retient à son tour du fer qu'un courant prolongé de chlore ou de vapeur de sel ammoniac ne saurait éliminer. L'expérience nous a prouvé avec certitude qu'on ne peut arriver à la séparation complète du fer qu'en

attaquant l'alliage de manière à dissoudre ou du moins à rendre solubles à la fois tous les métaux qui le composent.

Voulant absolument contrôler nos résultats, nous avons procédé à cette séparation par *trois* méthodes distinctes. La première méthode repose sur l'action qu'exerce le plomb sur le platine iridié ferrifère. Lorsqu'on attaque, au rouge vif, le platine iridié par le plomb pur, il se fait, ainsi que nous l'avons déjà dit, un partage de cet alliage ; il se produit, d'une part, un alliage de platine et de plomb, de rhodium et de plomb, de palladium, de cuivre et de plomb, contenant de $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{8}$ du fer renfermé dans le platine iridié, et d'autre part un alliage d'iridium, de ruthénium et du restant du fer. En attaquant le mélange de tous ces alliages par de l'acide azotique *dilué*, on dissout avec le plomb une petite quantité de platine et de rhodium, tout le fer, tout le palladium et tout le cuivre contenu dans les alliages de plomb. La séparation de ce fer ne présentant aucune difficulté, nous nous bornerons à renvoyer à l'exposé des méthodes d'analyse suivies.

Il n'en est pas de même de la séparation du fer de son alliage avec l'iridium et le ruthénium. Ici on se trouve devant une série d'opérations fort délicates à exécuter pour arriver à un résultat parfaitement exact. Sans être complétement *oxydé*, cet alliage ne cède point le fer qu'il contient. Lorsqu'on procède au dosage du ruthénium, en attaquant au creuset d'or l'alliage d'iridium, de ruthénium et de fer, par un mélange de potasse et de nitre fondus, il se forme de l'iridiate de potasse, retenant la majeure partie du fer à l'état d'hydrate ferrique, et du ruthéniate de potasse que l'on dissout avec une petite quantité d'iridiate de potasse et d'hydrate ferrique. Après l'extraction du ruthénium par l'intervention du chlore, il reste de l'oxyde d'iridium ferrifère insoluble et une très-petite quantité de fer en solution dans l'eau mère. C'est du mélange d'oxyde ferrique et d'iridiate de potasse et de l'eau mère de l'extraction du ruthénium qu'il s'agit de séparer le fer. Pour rendre cette séparation possible, on doit de toute nécessité transformer l'iridiate de potasse en oxyde d'iridium insoluble dans les acides, tout en maintenant le fer à l'état soluble.

On arrive à ce résultat en réduisant d'abord à chaud l'iridiate des eaux mères à l'état d'hydrate iridique bleu par l'action de la soude caustique et de l'alcool, et en lavant ensuite, avec une solution diluée de sel ammoniac, l'oxyde obtenu, auquel on ajoute préalablement l'iridiate de potasse, épuisé par l'eau et l'hypochlorite alcalin de soude de tout le ruthéniate de potasse. La solution de sel ammoniac enlève la majeure partie de la potasse de l'iridiate et la soude employée. Il est indispensable de débarrasser ensuite la solution de sel ammoniac, afin

d'éviter la volatilisation subséquente du fer. On y parvient à l'aide d'un lavage à l'alcool aqueux qui n'entraîne pas comme l'eau l'hydrate iridique bleu. On déplace à son tour l'alcool par une petite quantité d'eau jusqu'à ce que l'oxyde bleu commence à se dissoudre.

La transformation de l'hydrate iridique bleu, soluble dans les acides, en oxyde anhydre insoluble, constitue la partie la plus délicate de l'analyse. Cette transformation ne peut s'effectuer que par l'action de la chaleur; mais, on le sait, elle est toujours accompagnée de déflagration et de projection de matières. On n'évite les pertes qu'en ménageant la chaleur et en ne provoquant que des déflagrations partielles et successives, et en opérant la calcination dans un vase de platine, spacieux et couvert. Après que la déflagration inévitable s'est produite, il est indispensable de maintenir le mélange d'oxydes d'iridium et de fer pendant une heure au moins au rouge *décidé* dans un vase *ouvert*.

En dehors des pertes à craindre par projection de matières, on se trouve devant deux autres difficultés : si la température a été trop élevée, l'iridium s'est emparé d'une partie du fer qui est devenu inattaquable par l'acide chlorhydrique dilué additionné d'iodhydrate d'ammoniaque; si la température n'a pas été assez élevée, l'acide chlorhydrique, en dissolvant le fer, dissout en même temps un peu d'iridium. Des deux alternatives, on doit réaliser la seconde, au risque de devoir reprendre, comme cela nous est arrivé, dans un essai préliminaire sur l'oxyde d'iridium, toute la série des opérations, faites à partir de l'attaque de l'iridium par la potasse et le nitre, sauf, bien entendu, l'élimination du ruthénium. En reprenant donc, par le dissolvant du fer indiqué par M. Damour, le mélange des oxydes de fer et d'iridium, on a tout le fer, ainsi que quelques milligrammes d'iridium en solution. En précipitant par l'ammoniaque cette solution, préalablement additionnée d'un excès d'eau de chlore, on a un mélange d'hydrate ferrique et iridique.

Nous avons employé deux méthodes différentes pour séparer l'oxyde de fer de l'oxyde d'iridium. La première consiste à soumettre au rouge vif le mélange d'oxydes, préalablement calciné et pesé, à un courant d'acide chlorhydrique mêlé d'un peu d'hydrogène. Le fer se volatilise à l'état de chlorure. Après avoir rougi le résidu dans l'air, il reste de l'oxyde d'iridium qu'on pèse. Cette méthode fournit des résultats invariables.

La seconde méthode, d'une exécution prompte, mais moins certaine, consiste à reprendre simplement le mélange d'oxydes calcinés et pesés par une solution d'iodhydrate d'ammoniaque fortement acidulée par l'acide chlorhydrique. A la température ordinaire, ce mélange dissout

intégralement, l'oxyde ferrique sans toucher à l'oxyde iridique, pourvu qu'on maintienne le liquide pendant deux à trois heures en digestion avec l'oxyde iridique. On peut s'assurer que le chlorure ferrique produit ne retient pas d'iridium, en le précipitant de nouveau par l'ammoniaque et en soumettant de nouveau, après calcination, l'oxyde ferrique obtenu et pesé une seconde fois à l'action d'un mélange d'iodhydrate d'ammoniaque et d'acide chlorhydrique. Ce moyen a conduit exactement au même résultat que le premier.

L'intervention du plomb pour séparer l'iridium, le ruthénium et la majeure partie du fer, du restant des métaux de l'alliage, a inspiré quelques inquiétudes à certaines personnes au sujet de la possibilité de se procurer du plomb convenablement dépouillé de fer. Quoique nous n'ayons pas partagé cette opinion, nous avons tenu néanmoins à contrôler nos dosages du fer par deux autres méthodes dans lesquelles nous avons eu recours à des agents qu'il est *facile d'obtenir absolument privés* de fer et de cuivre.

A cet effet, nous avons dosé le fer dans la solution de chloroplatinate et de chloro-iridiate sodiques, que l'on obtient comme résidu, après l'extraction du ruthénium par le chlore, de la solution de platine iridié dans l'eau régale, rendue alcaline par la soude pure. Après avoir chassé par la chaleur l'acide hypochloreux contenu dans le liquide, avoir réduit par un mélange d'alcool et de soude pure le platine à l'état métallique et précipité les autres métaux à l'état d'oxydes, nous avons soumis ce mélange aux opérations que nous avons indiquées ci-dessus, et qui sont suffisamment détaillées dans l'exposé des méthodes. Le résultat final a été identique à celui auquel nous sommes arrivé en employant le plomb pour séparer préalablement le platine de l'iridium. Tout en constatant l'identité du résultat final, nous devons dire que l'exécution de cette opération est beaucoup plus difficile à conduire à bonne fin que la première. En effet, lors de la calcination du mélange de platine et d'oxydes d'iridium et de fer, pour rendre l'oxyde iridique insoluble dans l'acide chlorhydrique, on est beaucoup plus exposé à ce que du fer se fixe sur l'oxyde iridique insoluble et échappe ainsi à l'action dissolvante du mélange d'acide iodhydrique et chlorhydrique. Aussi croyons-nous devoir conseiller à ceux qui, après nous, voudraient doser, par cette méthode, le fer dans le platine iridié, de vérifier, ainsi que nous l'avons fait nous-mêmes, si le mélange de platine et d'oxyde d'iridium, épuisé par les acides chlorhydrique et iodhydrique, ne contient plus de fer.

Nous avons exécuté cette vérification en ayant recours à l'action du bisulfate de potasse au rouge, qui nous a donné du fer, lorsque la

calcination du mélange de platine et d'oxydes iridique et ferrique avait eu lieu à une température trop élevée.

Enfin nous avons contrôlé nos dosages du fer par une troisième méthode. A cet effet, nous avons éliminé par voie de réduction, à l'aide du formiate acide d'ammoniaque, tous les métaux réductibles d'une solution du platine iridié dans l'eau régale concentrée. Cette solution, après avoir été chauffée entre 60 et 70 degrés et maintenue ensuite à l'ébullition pendant trois jours, dépose ainsi à l'état de noir le palladium, le platine, le rhodium, presque tout l'iridium et une certaine quantité de ruthénium qu'elle contient. Le cuivre et le fer, avec la majeure partie du ruthénium, restent en solution dans l'eau mère. Les métaux à l'état de noir, fixant, comme le charbon divisé, une certaine quantité des matières dissoutes dans les liquides au sein desquels ils prennent naissance, il est indispensable de les reprendre par un acide concentré. Nous nous sommes servis de l'acide sulfurique, espérant dissoudre exclusivement le rhodium avec le fer et le cuivre fixés. Nous avons été déçus dans notre attente. Ayant réduit, à l'aide d'un mélange d'acétate et de formiate d'ammoniaque, acides, les métaux dissous, nous avons constaté que l'acide sulfurique avait dissous, avec le rhodium, de l'iridium et du platine en quantité très-sensible.

On ne parvient à la séparation subséquente du fer, du cuivre, de l'iridium et du ruthénium existant dans les eaux mères de réduction qu'en détruisant d'abord les sels ammoniacaux par l'acide azotique, et en faisant réagir ensuite un courant de chlore sur le résidu repris par de l'eau, rendue alcaline par de la soude et de l'hypochlorite de soude. Le chlore élimine le ruthénium à l'état d'acide hyperruthénique et laisse le fer et le cuivre, qu'on sépare par les procédés ordinaires.

Nous indiquons, dans l'exposé des méthodes d'analyse suivies, les détails du procédé, qui est d'une exécution très-laborieuse et qui a conduit, tant pour le fer que pour le cuivre, aux mêmes résultats que les deux méthodes précédentes.

Malgré l'accord des résultats fournis par les trois méthodes employées, nous avons voulu nous assurer de la confiance que méritent nos dosages du fer et de l'iridium. Dans ce but, nous avons institué deux essais synthétiques : dans l'un nous avons concentré toute notre attention sur le dosage du fer ; dans l'autre nous avons eu principalement pour but le dosage de l'iridium, sans toutefois négliger le dosage du fer. Nous avons commencé par chercher le poids d'oxyde ferrique produit par $0^{gr},100$ de fer métallique que nous voulions employer. Ce métal a été dissous *à froid* dans de l'eau acidifiée par de l'acide azotique pur, et contenu dans un petit creuset de porcelaine vernie, préa-

lablement rougi et pesé au $\frac{1}{100}$ de milligramme à l'aide d'une petite balance de grande précision, qui a servi à toutes ces recherches, et de poids étalonnés par nous et soigneusement vérifiés par M. Broch. La solution d'azotate ferreux a été évaporée au bain-marie et le résidu calciné a laissé un poids constant de $0^{gr},14274$ d'oxyde ferrique. Le rapport de 56 à 24, généralement admis, exige $0^{gr},14285$.

On a dissous *à froid*, dans une partie de la même eau acidulée, $0^{gr},100$ du même fer contenu dans un vase de verre dur de Bohême. On a étendu d'eau la dissolution et l'on a ajouté au liquide du chloro-iridiate de potasse, *absolument privé de fer et de tous autres métaux de la mine de platine*, et contenant environ 1 *gramme* d'iridium. Après avoir chauffé au bain-marie le mélange pour opérer la solution du sel d'iridium, on y a versé petit à petit une solution alcoolique diluée de soude caustique pure. On a porté le tout à l'ébullition jusqu'à la décoloration complète du liquide, ce qui s'est effectué en quelques instants. Le liquide limpide a été filtré et l'on a reçu sur le filtre le mélange d'oxydes de fer et d'iridium. Ce filtre a été lavé d'abord à l'eau pure, puis à l'aide d'une solution diluée de sel ammoniac et enfin par de l'alcool pur à 50 centièmes, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne troublassent plus le nitrate d'argent. L'entonnoir avec le filtre a été placé et abandonné pendant quarante-huit heures sous une cloche, à côté d'un vase ouvert contenant de l'acide sulfurique. Au bout de ce temps le filtre avec son contenu a été chauffé pendant trois heures à 100 degrés, afin d'éliminer avec certitude l'alcool que les oxydes auraient pu retenir.

Le filtre a été incinéré prudemment dans une capsule de platine poli et tarée et l'on a joint ensuite aux cendres les oxydes métalliques détachés du filtre. Après avoir couvert la capsule de platine, on l'a placée dans un moufle lentement chauffé au gaz de l'éclairage. La déshydratation s'est opérée en produisant *une* déflagration à peine sensible, mais sans projection aucune de matières. Lorsque la capsule a été pendant un quart d'heure au rouge sombre, on a enlevé le couvercle et on l'a maintenue trois heures au rouge décidé. On a traité, dans la capsule même, le mélange d'oxydes par de l'acide chlorhydrique étendu de deux fois son volume d'une solution diluée d'iodhydrate d'ammoniaque. On a laissé digérer pendant dix-huit heures. Au bout de ce temps on a chauffé quelques instants au bain-marie ; on a ajouté de l'eau bouillante et l'on a lavé l'oxyde d'iridium par décantation, en recueillant soigneusement les eaux de lavage. L'oxyde d'iridium lavé a été traité une deuxième et ensuite une troisième fois par le dissolvant de M. Damour. Il nous fut impossible de trouver la

moindre trace de fer dans le liquide provenant du troisième traitement.

Toutes les liqueurs filtrées ont été réunies et soumises à un courant lent de chlore jusqu'à décoloration ; elles furent versées ensuite dans de l'ammoniaque étendue et pure, contenue dans une grande capsule de platine bien poli (¹). Le mélange a été porté quelques minutes à l'ébullition, pour éliminer les oxydes restés en solution. L'eau mère, préalablement éclaircie, a été filtrée et l'hydrate ferrique a été lavé par décantation à l'eau chaude. Lorsque les eaux de lavage ne précipitèrent plus l'azotate d'argent, l'oxyde de fer, lavé à fond, a été reçu sur le filtre. Celui-ci, séché et convenablement incinéré dans un très-petit creuset de porcelaine taré, a laissé un résidu pesant $0^{gr},17045$, déduction faite du poids des cendres. L'oxyde d'iridium, épuisé par l'acide chlorhydrique dilué et l'iodhydrate d'ammoniaque, a été séché et traité pendant quinze minutes, au rouge vif, par le bisulfate de potasse fondu. Ce sel s'est sensiblement coloré en jaune ; repris par de l'eau, sa solution, filtrée et précipitée ensuite dans un vase de platine poli, par de l'ammoniaque pure, a fourni $0^{gr},0034$ de sesquioxyde de fer, déduction faite du poids des cendres du filtre.

Le poids total de l'oxyde ferrique est donc

$$0^{gr},17385$$

au lieu de

$$0^{gr},14274,$$

produit par le même poids de fer.

On a attaqué au *rouge vif* l'oxyde ferrique par 25 grammes de bisulfate de potasse fondu dans un vase de platine couvert. A la reprise par l'eau et après un lavage à fond, le sel a laissé indissous $0^{gr},03147$ d'oxyde d'iridium pur, déduction faite du poids des cendres du filtre ayant servi à le recueillir. Il en résulte donc que $0^{gr},17385$ se réduisent à $0^{gr},14238$.

Nous avons donc retrouvé l'oxyde ferrique à $0^{gr},00036$ près, repré-

(¹) On s'est abstenu de précipiter l'oxyde ferrique par l'ammoniaque dans un vase de verre ou de porcelaine, parce que nous avons reconnu avec certitude que, dans cette condition, et notamment lorsqu'on fait bouillir la liqueur ammoniacale comme c'est indispensable, le sesquioxyde de fer contient toujours de la silice et des traces de chaux et d'alumine empruntées aux vases ; ce fait d'ailleurs sera prouvé dans l'exposé du second essai.

sentant $0^{gr},000252$ de fer, soit une perte de *deux et demi pour dix mille.*

Le second essai ayant principalement pour but la séparation du fer et de l'iridium et le dosage de ce dernier métal, fut exécuté de la manière suivante :

On a dissous à froid $0^{gr},100$ de fer dans de l'eau acidulée par de l'acide azotique, contenu dans une capsule de platine poli et pesée. La dissolution fut évaporée au bain-marie jusqu'à siccité et l'azotate formé fut légèrement calciné. Sur l'oxyde on a versé 25 grammes de bisulfate de potasse fondu dans un vase de platine. Lorsque l'oxyde ferrique fut complétement dissous, on a laissé refroidir et solidifier le bisulfate ferrifère. On a répandu ensuite à la surface de ce sel $0^{gr},48425$ de l'iridium pur divisé, mais réduit à température élevée, afin de pouvoir répondre de sa pesée. Après avoir couvert la capsule de son couvercle, on a déterminé l'oxydation de l'iridium en le chauffant lentement dans le bisulfate ferrifère fondu. En s'oxydant, l'iridium a communiqué à ce sel une teinte verte très-prononcée. Par l'élévation de la température la couleur est devenue d'un jaune sale, et l'oxyde iridique, qui s'était partiellement dissous, s'est précipité. La capsule de platine, retirée du moufle, a été placée dans une autre capsule du même métal bien poli, et, après refroidissement, le bisulfate a été repris par de l'eau chaude. La capsule, son couvercle, ainsi que l'oxyde d'iridium ont été lavés et toutes les eaux de lavage filtrées après repos. L'oxyde iridique a été séché et traité au rouge dans la capsule couverte par 12 grammes de bisulfate. Ce sel a pris ainsi une légère teinte jaune, preuve que l'oxyde d'iridium lui a cédé encore du fer.

Le bisulfate a été repris par de l'eau, et la solution saline et les eaux de lavage du filtre ont été ajoutées à la solution obtenue en premier lieu.

Pour nous conformer à la méthode suivie dans les analyses de l'alliage soumis à nos investigations, nous avons précipité par l'ammoniaque la solution contenue dans un vase de verre de Bohême et nous avons chauffé la liqueur au bain-marie, jusqu'à ce qu'elle fût devenue complétement incolore par l'élimination des oxydes métalliques dissous. Le précipité d'hydrate ferrique, lavé par décantation, recueilli sur un filtre, calciné, a laissé $0^{gr},1901$, comprenant $0^{gr},00045$ de cendres du filtre.

Cet oxyde a été introduit dans une nacelle de platine tarée qui était placée dans une seconde nacelle du même métal. Le tout a été glissé dans un tube de porcelaine et chauffé, pendant *trois* heures, au rouge décidé dans un courant lent d'acide chlorhydrique *humide*. Au bout de ce temps, le poids du résidu, préalablement rougi à l'air, était ré-

duit à $0^{gr},0493o$. Le résidu fut soumis de nouveau pendant *huit* heures au même courant. Au bout de ce temps son poids est resté stationnaire à $0^{gr},0479$. Il s'est donc volatilisé $0^{gr},1422$ d'oxyde ferrique à l'état de sesquichlorure. Le résidu se composait d'oxyde d'iridium et de silice *ferrugineuse* que l'acide chlorhydrique était impuissant à dédoubler. Ce mélange, introduit dans un vase de platine et traité par de l'acide fluorhydrique dilué de son volume d'eau, s'est désagrégé par la dissolution de la silice ferrugineuse. Après une demi-heure de digestion, on a ajouté de l'eau et l'on a recueilli l'oxyde d'iridium sur un filtre contenu dans un cornet de platine. Le filtre, après avoir été lavé à fond et séché, a été incinéré et oxydé dans un petit creuset de porcelaine taré; il a laissé $0^{gr},0369$ d'oxyde d'iridium; il contenait donc $0^{gr},0110$ de silice ferrugineuse.

La masse d'oxyde d'iridium provenant de l'attaque directe de ce métal par le bisulfate de potasse a été lavée, à son tour, par l'acide fluorhydrique dilué, puis reçue sur un filtre contenu dans un cornet de platine. Le filtre, lavé à fond et séché, a été incinéré dans le petit creuset de porcelaine contenant les $0^{gr},0369$ d'oxyde d'iridium. Après avoir maintenu la masse longtemps au rouge pour être certain d'avoir brûlé tout le charbon, l'oxyde a été réduit par le gaz de l'éclairage, en prenant la précaution de chauffer suffisamment pour contracter le métal. Le poids de l''iridium a été .

$$0^{gr},48255;$$

nous avions mis en expérience

$$0^{gr},48425.$$

Il en résulte que la perte en iridium s'élève à 0,0017, soit $3\frac{1}{2}$ pour 1000. Eu égard aux soins minutieux pris pour éviter toute erreur, cette perte peut paraître considérable, mais nous croyons devoir faire remarquer que l'oxydation de l'iridium par le bisulfate de potasse, dans un vase de platine, entraîne avec elle deux causes de pertes. La première est l'augmentation de poids de la capsule de platine par suite d'un très-mince vernis brun, transparent, d'oxyde d'iridium qui se dépose sur le métal poli, partout où le bisulfate de potasse iridifère est en contact avec lui; dans l'expérience que nous avons faite, cette quantité s'est élevée à $0^{gr},001$, soit à 2 pour 1000 du poids de l'iridium employé.

La seconde cause de perte est l'entraînement presque inévitable de l'oxyde d'iridium avec les vapeurs d'acide sulfurique qui sortent de la

capsule de platine, quoique celle-ci reste parfaitement couverte pendant l'attaque. On reconnaît, en effet, que la surface inférieure du couvercle est légèrement enduite du même vernis jaune brun transparent.

Quoi qu'il en soit, nous avons atteint notre but qui est de chercher le degré de confiance que méritent nos dosages de fer et d'iridium. Nous pouvons répondre de leur exactitude dans les limites que nous venons d'indiquer. Si les résultats ne sont pas absolument identiques, il convient d'imputer les différences observées, non aux méthodes d'analyse suivies, mais bien au défaut d'homogénéité de l'alliage soumis à nos investigations.

Exposé des méthodes suivies pour l'analyse du platine iridié des bouts des règles n° 3 et n° 6.

1° *Attaque de l'alliage par le plomb.*

On chauffe, pendant quatre heures, à la température de la fusion de l'or, 5 grammes d'alliage laminé, avec 50 grammes de plomb pur, dans un creuset de charbon purifié, couvert de son couvercle, et introduit dans un creuset en porcelaine, l'espace vide entre les deux creusets étant rempli par des petits fragments de charbon de bois. Après l'attaque, on pèse le lingot pour constater la perte de plomb.

2° *Traitement de l'alliage de plomb produit.*

L'alliage de plomb est introduit dans une capsule de porcelaine couverte d'un entonnoir et contenant 400 centimètres cubes d'eau, qu'on porte près de l'ébullition et qu'on additionne d'acide azotique pur jusqu'à production de gaz. On continue l'action de la chaleur et les additions successives d'acide azotique jusqu'à la dissolution de tout le plomb capable de se dissoudre dans l'acide azotique très-dilué. La solution de plomb produite renferme le plomb employé, déduction faite de la perte et de $0^{gr},550$ restés combinés au platine, ainsi que du platine, du rhodium, du palladium, du cuivre et du fer.

La partie inattaquée par l'acide azotique faible contient :

D'une part, du platine et du rhodium alliés au plomb ;

D'autre part, de l'iridium, du ruthénium et du fer, alliés également entre eux.

3° *Traitement de la solution de nitrate de plomb.*

On ajoute à la solution, préalablement filtrée, la quantité d'acide sulfurique pur et titré, nécessaire à la précipitation totale du plomb; on chauffe au bain-marie le liquide jusqu'à ce qu'il soit devenu parfaitement limpide, et l'on abandonne le tout vingt-quatre heures à lui-même. L'eau mère surnageante est décantée et filtrée; le sulfate de plomb est lavé par décantation d'abord, et ensuite sur un filtre. L'eau mère et les eaux de lavage sont évaporées et chauffées de manière à chasser complétement l'acide azotique. Le résidu repris par de l'eau fournit un liquide jaune et du sulfate de plomb coloré en rose ou en orange. Le mélange est versé sur un petit filtre; la liqueur filtrée et les eaux de lavage du filtre sont concentrées; le sulfate de plomb resté sur le filtre est arrosé d'une solution de carbonate alcalin d'ammoniaque, jusqu'à ce que le carbonate de plomb produit soit devenu tout à fait blanc. Le carbonate de plomb est lavé à l'eau, et les eaux de lavage du filtre sont évaporées à moitié et filtrées une seconde fois pour séparer le carbonate de plomb précipité. La liqueur limpide, après avoir été partiellement évaporée, est additionnée d'acide chlorhydrique, et ajoutée au liquide jaune séparé primitivement du sulfate de plomb.

Ce liquide jaune contient du platine, du rhodium, du palladium, du cuivre et du fer.

Pour séparer la majeure partie du platine, on verse *à froid* la liqueur dans une solution saturée de sel ammoniac contenant une quantité de sel ammoniac solide suffisante pour amener le tout à saturation. On porte le liquide à près de 100 degrés, et on laisse refroidir. Après vingt-quatre heures de repos, on recueille sur un filtre le *jaune* ou le *vert* de platine déposé (1), et on lave celui-ci avec une solution saturée de sel ammoniac; on y dose le platine par le moyen qui sera indiqué plus loin.

L'eau mère et les eaux de lavage du jaune ou du vert de platine sont additionnées d'acétate d'ammoniaque et d'acide formique *purs* et de *deux fois* leur volume d'eau, et portées ainsi à l'ébullition et entretenues en cet état pendant deux à trois jours, ou mieux, jusqu'à ce que tous les métaux susceptibles d'être précipités par l'acide formique soient éliminés.

---

(1) Le chloroplatinate d'ammoniaque, qui se dépose d'une solution de sel ammoniac contenant du chlororhodiate d'ammoniaque, est souvent coloré en *vert plus ou moins foncé*.

Les métaux ainsi réduits se composent de platine, de rhodium et de palladium ; l'eau mère retient le fer et le cuivre, ainsi que du platine et du rhodium, si l'action réductrice de l'acide formique n'a pas été complétement épuisée.

On procède à la séparation du platine, du rhodium et du palladium connus dans le métal réduit, en chauffant ces métaux préalablement pesés avec du bisulfate de potasse, et en prenant la précaution d'élever suffisamment la température pour rendre insoluble le platine qui se dissout à basse température, et de ne pas chauffer trop fortement pour ne pas rendre insoluble une partie de rhodium ou du palladium dissous. Dans ces conditions, le rhodium et le palladium restent en dissolution. On reprend par l'eau, on filtre la solution pour séparer le platine et les traces de sulfate de plomb. On lave à fond le platine d'abord, puis le filtre, et l'on traite celui-ci successivement par une solution de carbonate d'ammoniaque et par de l'acide azotique dilué chaud, qui enlève le plomb ; le résidu resté sur le filtre est du platine.

Dans la solution filtrée et *limpide* de bisulfate de potasse, on précipite vers 60 degrés le palladium à l'aide du cyanure de mercure. Après vingt-quatre heures de repos et lavage, on calcine le cyanure de palladium recueilli, et l'on pèse le métal réduit par le gaz de l'éclairage.

L'eau mère contenant le rhodium est portée à l'ébullition avec un mélange d'acétate d'ammoniaque et d'acide formique qui précipite à la fois du rhodium et du mercure. Ces métaux précipités sont calcinés, et l'oxyde de rhodium restant est réduit par le gaz de l'éclairage et pesé à l'état métallique.

Les eaux mères dont on a séparé, par l'acide formique, le platine, le rhodium et le palladium, et contenant encore le fer et le cuivre, sont successivement additionnées d'un excès d'eau de chlore et d'ammoniaque. La liqueur est portée à l'ébullition et filtrée pour recueillir le sesquioxyde de fer. Après le lavage, on calcine le filtre et l'on pèse le fer à l'état d'oxyde ferrique. On reprend le résidu à chaud par de l'acide chlorhydrique, auquel on ajoute au besoin de l'iodhydrate d'ammoniaque. S'il reste un résidu, on le lave, on le calcine et on le pèse. On le traite à chaud par l'eau régale diluée pour s'assurer s'il constitue du platine pur.

A l'eau mère ammoniacale, on ajoute une solution aqueuse d'acide sulfhydrique, et l'on fait bouillir pour chasser l'excès d'ammoniaque et de sulfhydrate d'ammoniaque ; après le dépôt du précipité, on recueille le sulfure de cuivre qu'on lave à l'acide sulfhydrique dissous. Le sulfure est rougi en présence de l'air, et le cuivre pesé à l'état d'oxyde noir L'oxyde de cuivre est repris par de l'acide chlorhydrique pour

rechercher la présence du platine. Dans le cas de résidu, on le pèse et l'on s'assure qu'il se dissout intégralement dans l'eau régale diluée.

Enfin on évapore à siccité, en présence de l'acide azotique, les eaux mères dont on a séparé successivement le platine par le sel ammoniac, le rhodium et le palladium par l'acétate d'ammoniaque et l'acide formique, le fer par le chlore et l'ammoniaque, et enfin le cuivre par l'acide sulfhydrique. Dans le résidu, s'il y en a, on recherche et l'on dose le platine et le rhodium, après avoir enlevé successivement par l'eau, par l'acide chlorhydrique et par l'acide fluorhydrique les sels alcalins, la chaux et la silice des vases.

4° *Traitement du résidu métallique inattaquable par l'acide azotique dilué. — Séparation du platine et du rhodium.*

L'alliage qui a résisté à l'acide azotique dilué et bouillant est attaqué à chaud dans une capsule en porcelaine, couverte d'un entonnoir renversé, par de l'eau régale au dixième, c'est-à-dire 10 parties d'eau régale concentrée, additionnée de 90 parties d'eau [1].

Le plomb, le platine et le rhodium qui y sont contenus se dissolvent à basse température. On filtre après refroidissement, on reçoit le résidu insoluble sur un filtre qu'on lave soigneusement. Par surcroît de précaution, on fait passer le liquide filtré et les eaux de lavage de celui-ci par un second filtre qui retient les traces de résidu entraînées, Ce résidu insoluble se compose d'*iridium*, de *ruthénium* et de *fer*. On évapore jusqu'à siccité la solution obtenue, on reprend par de l'eau de chlore, on précipite le plomb par de l'acide sulfurique dilué et titré, et l'on évapore de nouveau à sec.

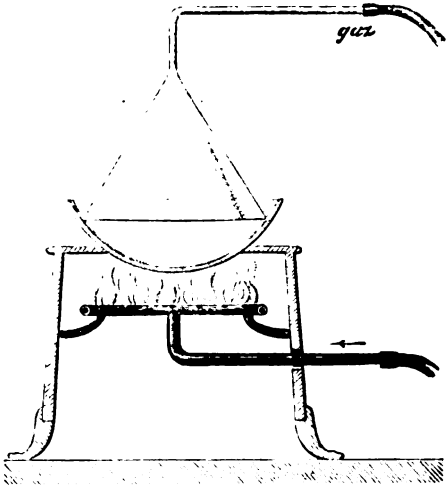
Le résidu formé des chlorures de platine et de rhodium, ainsi que de sulfate de plomb, est repris par de l'eau de chlore. On sépare par le filtre le sulfate de plomb, auquel on enlève, s'il est coloré, le rhodium et le platine, en l'attaquant par une solution de carbonate d'ammoniaque, ainsi qu'il est dit plus haut.

La solution de chlorure platinique amenée à un volume de 100 centimètres cubes est versée à *froid*, peu à peu, dans 200 centimètres cubes de solution de sel ammoniac, contenant une quantité de ce sel suffisante pour saturer complétement les 100 centimètres cubes de liquide platinique ajouté. Le mélange est placé au bain-marie et porté

---

[1] L'eau régale concentrée s'obtient en mêlant quatre volumes d'acide chlorhydrique concentré avec un volume d'acide azotique à 1,3 de densité.

vers 100 degrés. Dès que le jaune de platine s'est déposé, on décante le liquide éclairci, et on le remplace par un volume de solution de sel ammoniac chauffée à 100 degrés, égale au volume apparent du jaune de platine. On répète encore à trois reprises différentes ces lavages à *chaud*. On abandonne le jaune de platine au refroidissement, et l'on concentre les eaux mères et les eaux de lavage jusqu'à ce qu'elles déposent du sel ammoniac en se refroidissant. La masse de jaune de platine est reçue sur un filtre et lavée à froid à l'aide d'une solution saturée de sel ammoniac. On reçoit sur un second filtre le *jaune* ou le *vert* de platine déposé par le refroidissement de l'eau mère et des eaux de lavage, de la masse de chloroplatinate d'ammoniaque. Ce second filtre est lavé à l'aide des eaux de lavage du premier.



Les deux filtres sont extraits humides de l'entonnoir et introduits séparément dans des capsules de porcelaine de dimensions appropriées, séchés ensuite dans un courant de gaz de l'éclairage, et le jaune de platine qu'ils contiennent est décomposé à la plus basse température possible dans l'appareil figuré ci-dessus.

Dans cette opération, le sel ammoniac se volatilise tout à fait incolore. Lorsque la réduction est accomplie, on porte successivement les capsules dans un moufle, chauffé jusqu'à une température suffisante seulement pour brûler le charbon provenant de la carbonisation du filtre. Après cette calcination, on soumet de nouveau le platine au gaz de l'éclairage pour réduire l'oxyde de rhodium qui y est contenu.

L'éponge de platine est pesée dans la capsule même après le refroidissement de celle-ci.

Le platine ainsi obtenu est traité dans les capsules qui le contiennent, au bisulfate de potasse, pour attaquer le rhodium, ayant soin de chauffer modérément au commencement pour éviter les projections, de reprendre à deux reprises le bisulfate par quelques gouttes d'acide sulfurique, et enfin de chauffer la dernière fois au rouge décidé pour décomposer le sulfate de platine et de potassium qui se produit à basse température. On décante ensuite le bisulfate, et l'on reprend une seconde fois le platine par une nouvelle quantité de ce sel.

Le bisulfate de potasse coloré en rouge ou en rose, ou en jaune par le rhodium, est repris par de l'eau, et le platine est lavé à l'eau chaude jusqu'à ce que les eaux de lavage filtrées ne se troublent plus par les sels de baryum. Les eaux de lavage, après un repos suffisant, sont décantées et filtrées ; elles déposent une très-petite quantité de sulfate de plomb. Pour séparer celui-ci du platine interposé, on arrose avec une solution de carbonate d'ammoniaque le filtre sur lequel il a été reçu, avec le platine entrainé ; on lave au carbonate d'ammoniaque tant qu'il passe du sulfate, et ensuite avec de l'eau chaude acidulée par de l'acide azotique pour dissoudre le carbonate de plomb. Le filtre est incinéré, et le résidu joint au platine resté dans la capsule. Celle-ci est chauffée au rouge et pesée après refroidissement. Les solutions filtrées de bisulfate de potasse, colorées en *jaune* ou en *rouge*, ou en *rose*, ou quelquefois *incolores*, sont mêlées et saturées successivement d'ammoniaque liquide et d'acide acétique pour être portées à l'ébullition après avoir reçu de l'acide formique. On entretient le liquide en une douce ébullition pendant deux jours au moins, ou mieux jusqu'à ce que tout le rhodium soit précipité. On a soin d'ajouter de temps à autre de l'eau et de l'acide formique pour remplacer le liquide évaporé.

Le rhodium précipité, et au besoin détaché du verre par l'action mécanique d'un pinceau, est reçu sur un filtre et lavé. Le filtre est incinéré dans une petite capsule de porcelaine tarée, et le rhodium oxydé est réduit au gaz de l'éclairage et pesé après le refroidissement de la capsule. Après la pesée, on s'assure si le métal obtenu est formé exclusivement de rhodium. A cet effet, on l'attaque au rouge décidé par le bisulfate. S'il laisse un résidu, on le lave, on le pèse après calcination et on le traite à l'eau régale faible ; celle-ci le dissout si c'est du platine, et est sans action si c'est du rhodium échappé à l'action du bisulfate.

Les eaux mères et les eaux de lavage des jaunes de platine sont additionnées de deux fois leur volume d'eau, d'acétate d'ammoniaque et

d'acide formique, et portées à l'ébullition pour réduire le platine et le rhodium qui y sont contenus. On entretient l'ébullition pendant trente-six à quarante-huit heures, en ayant soin de remplacer l'eau et l'acide formique à mesure qu'ils se volatilisent. Le métal précipité et recueilli sur un filtre est lavé. Le filtre est incinéré dans une petite capsule de porcelaine tarée, le résidu est réduit au gaz de l'éclairage et pesé. Pour séparer le platine et le rhodium qui s'y trouvent, on attaque la masse par le bisulfate, et l'on procède ainsi qu'il a été dit ci-dessus.

L'eau mère formique est mêlée à de l'eau de chlore, et le mélange est traité par l'ammoniaque ; s'il s'y produit à l'ébullition des flocons de sesquioxyde de fer, on le recueille et on le pèse.

Enfin, les eaux mères contenant le sel ammoniac sont évaporées à siccité avec de l'acide azotique qu'on a soin d'y ajouter petit à petit. Dans le résidu obtenu, on recherche le platine et le rhodium. La quantité qui s'y rencontre ne dépasse pas *un demi-milligramme*, si les liquides convenablement étendus ont été maintenus suffisamment longtemps à l'ébullition avec l'acide formique.

Au lieu de réduire à l'acide formique le chloroplatinate et le chlororhodiate d'ammoniaque en solution dans les eaux mères et dans les eaux de lavage du jaune de platine, on précipite ces métaux à l'état de sulfure.

A cet effet, on mêle les eaux mères et les eaux de lavage saturées de sel ammoniac, on y ajoute du sulfhydrate d'ammoniaque, on fait bouillir et l'on évapore à l'étuve le tout à siccité dans une capsule de porcelaine, *couverte d'un entonnoir*. On reprend par une solution d'acide sulfhydrique le sel ammoniac fortement coloré en brun rougeâtre par un mélange de sulfure de platine et de sulfure de rhodium. On filtre le liquide et on lave les sulfures à l'eau contenant de l'acide sulfhydrique. On dessèche le filtre dans le gaz de l'éclairage, on le carbonise ensuite dans le même gaz, et l'on calcine avec précaution le mélange de charbon de platine et de rhodium, de manière à brûler complétement le charbon et à oxyder le rhodium.

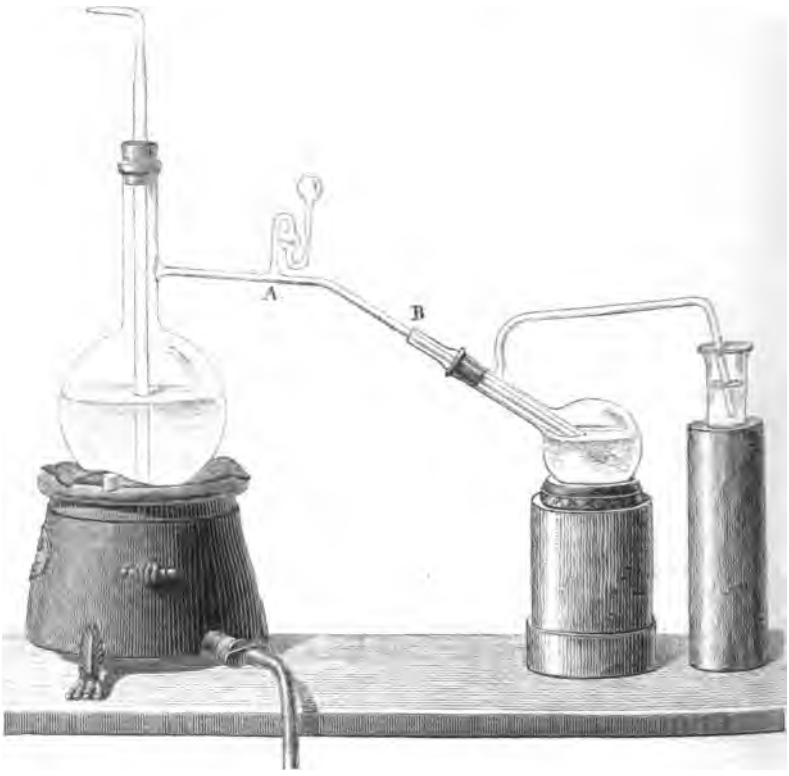
On réduit de nouveau le résidu et l'on pèse le métal. Pour séparer le platine du rhodium, on attaque le résidu au bisulfate de potasse, et l'on procède comme il est dit ci-dessus.

5° *Traitement du résidu insoluble dans l'eau régale diluée. Séparation du ruthénium, du fer et de l'iridium.*

On chauffe à basse température l'alliage d'iridium, de ruthénium et de fer laissé par l'eau régale faible, et on le pèse.

D'autre part, on fond au creuset d'or 12 grammes d'hydrate de po-

tasse pur et 3 grammes de nitre ; lorsque toute l'eau susceptible d'être chassée par la chaleur est éliminée, on ajoute l'alliage au mélange en fusion tranquille, on couvre le creuset d'une petite capsule d'or, et l'on a soin de l'incliner immédiatement, afin de recevoir contre sa paroi supérieure les parties projetées par le pétillement qui se pro-



duit pendant l'attaque. Après avoir entretenu pendant *deux heures au moins* et *trois heures au plus* les matières en contact au rouge sombre, on abandonne au refroidissement, en ayant soin de tourner le creuset sur lui-même, afin de répartir uniformément sur ses parois le produit de l'attaque et de faciliter ainsi l'action de l'eau.

Le refroidissement étant effectué, on remplit le creuset au trois

quarts d'eau, qui dissout le ruthéniate de potasse et une partie de l'iridiate de potasse produit, et soluble dans l'alcali.

D'autre part, on prend un flacon éprouvette long et étroit, de 100 centimètres cubes de capacité, bouché à l'émeri, et l'on y verse, à l'aide d'un entonnoir, le contenu du creuset qu'on lave soigneusement à l'eau, en ayant soin de faire pénétrer dans le flacon éprouvette les eaux de lavage et les matières insolubles adhérentes aux parois du creuset. Après avoir rempli à peu près le flacon d'eau, on agite le tout, et l'on abandonne le liquide trouble au repos; on remplit également d'eau le creuset d'or, et on le couvre.

Lorsque la liqueur alcaline contenue dans le flacon éprouvette s'est éclaircie par le dépôt de l'iridiate de potasse et de l'oxyde de fer, on décante avec précaution le liquide limpide et on le reçoit directement dans un appareil à distillation spécial. On remplace une partie du liquide décanté par une solution de soude pure, très-étendue, et l'on achève de remplir le flacon par une solution étendue d'hypochlorite de soude ou d'eau de chlore, qui a passé d'abord dans le creuset d'or pour dissoudre ou entraîner les traces de matières restées adhérentes lors du premier lavage à l'eau pure.

Après avoir agité le mélange contenu dans le flacon éprouvette, on l'abandonne une deuxième fois au repos. Lorsque le liquide s'est éclairci, on le décante dans l'appareil distillatoire, et l'on renouvelle les additions de solution très-étendue d'hypochlorite de soude et les décantations subséquentes, jusqu'à l'épuisement aussi complet que possible de l'iridiate de potasse en ruthéniate de potasse. On reconnaît que l'iridiate de potasse est épuisé de ruthénium, parce que dans ce cas il cesse de colorer en jaune une solution diluée d'hypochlorite de soude.

On verse dans le flacon éprouvette une solution très-étendue d'hypochlorite de soude, et l'on maintient l'iridiate de potasse et l'oxyde de fer qui y sont contenus en digestion pendant qu'on procède à la distillation de l'acide hyperruthénique.

A cet effet, on engage d'une part le tube destiné au dégagement de l'acide hyperruthénique dans le récipient contenant un liquide formé de 800 parties d'eau pure, de 20 parties d'acide chlorhydrique et de 180 parties d'alcool pur, préalablement distillé sur de la potasse fondue; d'autre part, on met le tube opposé de l'appareil distillatoire en communication avec un appareil à dégagement de chlore et l'on fait arriver *lentement* et *à froid* du chlore jusqu'à ce que tout l'alcali employé soit transformé en chlorure et en acide hypochloreux, ce qu'on reconnaît à la présence du chlore libre dans l'atmosphère du ballon distillatoire. Dans ce cas, l'heptaruthéniate de potasse qui s'était pro-

duit par l'action du chlore sur le ruthéniate se transforme en acide hyperruthénique et chlorure de potassium.

Arrivé à ce point, on élève la température du liquide, et on la maintient entre 70 et 80 degrés, tant que le chlore entraîne avec lui des vapeurs jaunes orangées d'acide hyperruthénique.

Cet acide hyperruthénique se condense dans la partie refroidie du tube à dégagement, sous la forme de gouttelettes d'un jaune orangé, se transformant en un liquide brun verdâtre, en venant en contact avec l'eau alcoolique acidifiée.

Lorsque le liquide ne fournit plus de vapeurs d'acide hyperruthénique entre 70 et 80 degrés, on le porte à une douce ébullition qu'on maintient jusqu'à ce que le liquide provenant de la condensation de la vapeur d'eau dégagée cesse d'être coloré en jaune.

Arrivé à ce point, on laisse refroidir et l'on introduit dans l'appareil distillatoire la solution d'hypochlorite de soude très-alcaline, qui a séjourné sur le mélange d'iridiate de potasse et d'oxyde de fer resté dans le flacon éprouvette, on ajoute une nouvelle quantité de solution d'hypochlorite de soude, on enlève du récipient l'alcool aqueux acidifié qui s'est fortement coloré en brun par le chlorure de ruthénium qui s'y est dissous, et, après avoir lavé le récipient à l'eau pure, on remplace la liqueur par de l'alcool aqueux acidifié.

On fait passer de nouveau *à froid* un courant lent de chlore dans le liquide contenu dans l'appareil distillatoire. Lorsqu'il en est saturé, on élève la température du liquide et l'on procède à la distillation de l'acide hyperruthénique formé ainsi qu'il est dit ci-dessus.

On répète une troisième fois l'addition de l'hypochlorite de soude qui a séjourné sur l'iridiate de potasse contenu dans le flacon éprouvette, et successivement le passage du chlore à froid et à chaud, et la distillation jusqu'à l'épuisement complet de la masse, en ruthénium. On reconnaît que la liqueur est épuisée de ruthénium, parce que, dans ce cas, la vapeur d'eau mêlée de chlore et d'acide hypochloreux, qui s'en dégage à chaud, se condense dans l'alcool aqueux acidifié sans colorer *sensiblement* ce mélange.

L'expérience démontre qu'*un demi-milligramme* de ruthénium à l'état de chlorure communique à 100 centimètres cubes d'alcool aqueux acidifié une coloration jaune prononcé.

L'alcool aqueux dans lequel on a reçu l'acide hyperruthénique est versé peu à peu dans une petite capsule de porcelaine tarée et évaporé à l'étuve jusqu'à siccité.

Le résidu formé de chlorure de ruthénium est réduit au gaz de l'éclairage, d'abord à basse température, et ensuite au rouge décidé

pour donner à la matière l'aspect métallique. On pèse le métal qui est sous forme de lamelles; on le lave à l'eau pure en prenant la précaution de filtrer les eaux de lavage; on sèche le ruthénium lavé et, après y avoir ajouté les lamelles entraînées par l'eau, qu'on a détachées soigneusement du filtre séché, on le pèse une seconde fois.

Après la pesée du métal, on s'assure s'il se dissout intégralement dans une solution concentrée d'hypochlorite de soude, qui attaque le ruthénium, réduit en se colorant en jaune verdâtre et en répandant une forte odeur d'ozone.

Le ruthénium étant pesé, on procède à la séparation du fer et de l'iridium. A cet effet, on reçoit dans une capsule de porcelaine le contenu de l'appareil distillatoire avec les eaux de lavage et on évapore le tout à l'étuve. On reprend le résidu à l'eau, on ajoute à la solution trouble le mélange d'iridiate de potasse et d'oxyde de fer resté dans le flacon éprouvette, on additionne le tout d'alcool et de soude caustique et l'on porte à l'ébullition pour rendre insoluble l'iridium en solution. Ce résultat atteint, on recueille les oxydes précipités, sur un filtre, qu'on lave à l'eau contenant une petite quantité de sel ammoniac, afin d'empêcher l'entraînement de l'oxyde d'iridium, et l'on achève le lavage à l'alcool aqueux, qu'on déplace ensuite par de l'eau pure.

Enfin on sèche le filtre, on détache le plus possible l'oxyde adhérent et l'on incinère le filtre sur un couvercle d'une capsule de platine. On calcine, dans un vase de platine couvert, les oxydes d'iridium et de fer.

Cette calcination doit se faire avec beaucoup de ménagements, pour éviter des pertes par projection de matières, et être prolongée assez longtemps pour être certain de l'oxydation complète des métaux et de la transformation de l'oxyde d'iridium soluble en oxyde insoluble dans l'acide chlorhydrique dilué bouillant.

Après le refroidissement, on chauffe le résidu avec une solution d'iodhydrate d'ammoniaque fortement acidulée par de l'acide chlorhydrique. Tout le fer se dissout, en laissant l'oxyde d'iridium insoluble. On filtre la solution ferrique, on reçoit la liqueur filtrée et les eaux de lavage dans un vase de verre, on ajoute d'abord de l'eau de chlore, jusqu'à décoloration complète du liquide, et ensuite de l'ammoniaque en excès et l'on chauffe jusqu'à l'ébullition. On recueille l'oxyde de fer sur un filtre, on le lave, on le sèche, on le calcine et on le pèse.

Comme le sesquioxyde de fer pesé peut contenir de l'oxyde d'iridium, de la silice et même de l'alumine, on opère la séparation de ces oxydes en les transportant dans une nacelle de platine tarée contenue dans une nacelle de charbon purifié, en introduisant le tout dans un large tube en porcelaine et en soumettant ainsi les oxydes au

rouge à un courant lent d'acide chlorhydrique gazeux mêlé d'un peu d'hydrogène.

Le fer se volatilise à l'état de chlorure, et l'iridium, la silice et l'alumine enlevée au verre et à la porcelaine restent dans la nacelle de platine. On pèse le résidu après avoir oxydé l'iridium en le chauffant dans un moufle, et l'on retranche son poids de l'oxyde de fer brut. De la différence on déduit le poids du fer contenu dans l'alliage triple.

On ajoute le résidu, resté dans la nacelle, à l'oxyde d'iridium contenu dans le vase de platine, et l'on traite la masse à l'eau de chlore pour éliminer l'or enlevé au creuset lors de l'attaque de l'alliage par la potasse et le nitre ; après un nouveau lavage à l'eau pure, on incinère le filtre, et l'on met l'oxyde d'iridium, dans une capsule de platine, en digestion avec de l'acide fluorhydrique liquide pendant au moins une demi-heure. Enfin on ajoute de l'eau, on lave l'oxyde d'iridium en passant les liquides par un filtre de papier contenu dans un entonnoir d'argent. On sèche, on incinère le filtre, on réduit l'oxyde d'iridium au gaz de l'éclairage et l'on pèse le métal.

L'iridium obtenu dans les conditions qui précèdent ne contient plus de ruthénium. Néanmoins, il est nécessaire de soumettre de nouveau le métal réduit à l'action de la potasse fondue et du nitre dans le creuset d'or, en s'y prenant comme il est dit ci-dessus. On reprend par de l'eau le produit de l'attaque, on ajoute au liquide une solution étendue et alcaline d'hypochlorite, et l'on introduit le tout avec les eaux de lavage dans l'appareil à extraction de l'acide hyperruthénique. Après avoir engagé le tube du ballon distillatoire dans le récipient contenant de l'eau alcoolique acidifiée, on sature *à froid* la liqueur alcaline de chlore, on le chauffe ensuite jusqu'à son point d'ébullition. Si l'iridium a retenu du ruthénium, l'eau alcoolique se colore ; on l'évapore jusqu'à siccité, on réduit au gaz de l'éclairage le chlorure de ruthénium produit. On pèse le métal, on le lave à l'eau, on sèche et l'on pèse de nouveau, et l'on ajoute le poids au poids de ruthénium obtenu antérieurement. Inversement, on retranche du poids de l'iridium le poids de la nouvelle quantité de ruthénium trouvé.

6° *Attaque directe de l'alliage par l'eau régale concentrée, séparation directe du ruthénium.*

Au lieu d'opérer la séparation de l'iridium, du ruthénium et du fer, du platine, en alliant celui-ci au plomb, on dissout directement dans l'eau régale l'alliage laminé fin. A cet effet, on introduit 5 grammes de l'alliage dans l'appareil distillatoire au ruthénium dont il est parlé

ci-dessus, et l'on y ajoute 75 centimètres cubes d'eau régale concentrée. En maintenant pendant trois jours l'appareil dans un bain d'eau chauffé vers 60 à 70 degrés, tout le métal se dissout. On évapore alors la solution jusqu'à siccité en plaçant le ballon dans une solution saturée de chlorure de calcium. On reprend le résidu par une nouvelle quantité d'eau régale, et on réduit une seconde fois la solution acide à siccité, en ayant soin de condenser dans un récipient refroidi les vapeurs émises lors de la distillation. Tout le liquide condensé est évaporé jusqu'à siccité, et le très-faible résidu est repris par 100 centimètres cubes d'eau, qui sont versés ensuite dans le ballon distillatoire pour opérer la solution des chlorures formés. On ajoute à cette solution successivement une solution de soude caustique et de l'hypochlorite de soude purs, en quantité suffisante pour décomposer les chlorures et redissoudre les oxydes dans l'alcali et dans l'hypochlorite alcalin.

Après avoir introduit le tube de l'appareil distillatoire dans le ballon contenant l'eau alcoolique acidifiée, on fait passer à froid un courant très-lent de chlore au travers du mélange alcalin. Lorsque le liquide est saturé de chlore, on chauffe le ballon entre 70 et 80 degrés, et l'on maintient le courant lent de chlore, tant qu'il se produit de l'acide hyperruthénique.

On laisse refroidir le ballon distillatoire et, après refroidissement, on ajoute au mélange une solution alcaline d'hypochlorite de soude; on change l'eau alcoolique acidifiée pour l'évaporer à l'étuve. On fait passer *à froid* un courant lent de chlore jusqu'à saturation du liquide du ballon distillatoire, et l'on procède à la distillation en chauffant jusqu'à l'ébullition le liquide dans le courant. On répète les additions d'hypochlorite alcalin, le courant de chlore et les distillations jusqu'à l'élimination complète du ruthénium.

Les solutions de chlorure de ruthénium ainsi obtenues sont évaporées à l'étuve dans une petite capsule de porcelaine tarée, le résidu est réduit au gaz de l'éclairage, et le métal est pesé et lavé ensuite à l'eau, ainsi qu'il est dit ci-dessus. Le métal, après avoir été pesé une seconde fois, est attaqué par une solution concentrée d'hypochlorite de soude pour s'assurer s'il s'y dissout complétement.

Le résidu de la distillation du ruthénium qui contient tous les métaux de l'alliage, sauf le ruthénium, est versé dans une capsule de porcelaine et évaporé à l'étuve pour chasser la majeure partie de l'acide hypochloreux qui y est contenu. La liqueur concentrée est mêlée d'alcool et rendue alcaline par la soude pure, puis chauffée avec précaution après avoir été couverte d'un entonnoir renversé jusqu'à pré-

cipitation complète des oxydes métalliques ou des métaux, fait que l'on reconnaît à la décoloration de l'eau mère.

On filtre, on lave à l'eau pure, et l'on prolonge les lavages jusqu'à ce que le précipité commence à passer par le filtre et colore le liquide en bleu. On remplace alors l'eau pure par de l'eau contenant une petite quantité de sel ammoniac et enfin l'on emploie l'alcool aqueux pour terminer le lavage. On sèche le filtre vers 50 degrés, et, après en avoir soigneusement détaché les matières adhérentes, on incinère le filtre sur un couvercle de capsule de platine, on ajoute les cendres aux matières détachées, et l'on calcine le tout avec les plus grandes précautions, en vase couvert d'abord, et après en vase ouvert. La matière calcinée est traitée à chaud par de l'eau fortement acidulée par de l'acide chlorhydrique, à laquelle on ajoute de l'iodhydrate d'ammoniaque. Le fer et le cuivre se dissolvent avec une petite quantité d'iridium, de rhodium, de palladium, de silice et d'alumine. On filtre la solution, et on lave à l'eau le métal et les oxydes restés insolubles. On ajoute à la liqueur de l'eau de chlore jusqu'à la décoloration complète, on précipite le fer par l'ammoniaque et l'on porte quelques instants le tout à l'ébullition.

Le sesquioxyde de fer est lavé à l'eau, puis séché, calciné et pesé. Il contient une petite quantité d'oxydes d'iridium, de rhodium et de palladium, de silice et d'alumine. Pour constater le poids des matières étrangères, on introduit la masse dans une nacelle de platine, contenue dans une nacelle de charbon purifié, et l'on expose dans un tube en porcelaine, chauffé au rouge vif, le tout à un courant d'acide chlorhydrique mêlé d'hydrogène, jusqu'à ce que la nacelle ne change plus de poids. On défalque le poids du résidu calciné dans un moufle du poids de la masse d'oxyde de fer obtenu; la différence représente l'oxyde de fer produit à l'aide du fer contenu dans l'alliage.

Le résidu existant dans la nacelle de platine est remis avec la masse non attaquée par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique additionné d'iodhydrate d'ammoniaque. L'eau mère et les eaux de lavage du sesquioxyde de fer colorées en bleu par l'oxyde de cuivre, contenant de petites quantités de rhodium et de palladium, sont sursaturées par l'acide acétique et additionnées d'acide formique. On les porte à l'ébullition pour éliminer les métaux réductibles qu'on reçoit ensuite sur un petit filtre. Le filtre est lavé, séché et incinéré, et le très-faible résidu métallique est joint à la masse contenant le platine, l'iridium et le reste du rhodium et du palladium.

L'eau mère et les eaux de lavage acides sont additionnées à chaud d'un excès de solution d'acide sulfhydrique, et maintenues en ébulli-

tion jusqu'à précipitation complète du sulfure de cuivre produit. Le cuivre y est dosé, ainsi qu'il est dit ci-dessus.

La masse renfermant le platine et les oxydes d'iridium, de rhodium et de palladium est réduite au gaz de l'éclairage, et introduite dans un creuset de porcelaine dans lequel on a fondu préalablement 50 grammes de plomb pur. On couvre le tout de 20 à 25 grammes de cyanure de potassium pur et fondu, et l'on enferme le creuset couvert dans un second creuset de porcelaine également couvert. On chauffe le tout pendant quelque temps au rouge vif. Pour être certain de répandre uniformément l'iridium dans la masse d'alliage de plomb et de platine, on retire avec précaution le double creuset du moufle, on enlève les couvercles et l'on agite pendant quelques minutes la masse à l'aide d'une tige en terre de pipe, imbibée de cyanure de potassium. On couvre de nouveau les creusets, on chauffe l'alliage au rouge vif ou plutôt jusqu'à ce que la surface de plomb soit devenue parfaitement brillante et convexe. Après le refroidissement, on trouve un alliage cristallisé de plomb platinifère, recouvert d'une scorie *blanche* de cyanure de potassium. On place le creuset dans de l'eau froide qu'on remplace par de l'eau bouillante, et l'on renouvelle celle-ci jusqu'à la solution complète du cyanure.

Le cyanure de potassium se dissolvant emprunte à l'alliage des traces de plomb et laisse les autres métaux intacts.

Le culot, bien lavé, se compose d'un alliage de plomb, de platine, de rhodium et de palladium, tenant l'iridium en *suspension*.

On attaque cet alliage d'abord par de l'acide azotique dilué et en excès. Après la séparation des azotates produits, on traite la masse restante par de l'eau régale diluée qui dissout l'alliage de platine et de plomb, et laisse l'iridium intact. On procède à l'analyse de la solution des nitrates et de la solution des chlorures, à l'aide des méthodes décrites ci-dessus.

On fait digérer l'iridium dans un vase de platine avec de l'acide fluorhydrique presque concentré pour enlever la silice que le creuset en porcelaine a pu fournir, on le lave ensuite à l'eau, on le calcine, on le réduit au gaz de l'éclairage et on le pèse.

Pour s'assurer de sa pureté, on l'attaque au creuset d'or par seize fois son poids de potasse et six fois son poids de nitre purs, préalablement fondus. Après avoir tenu le mélange au rouge décidé pendant deux heures et demie à trois heures, on laisse refroidir et l'on reprend la masse par de l'eau d'abord et puis par une solution d'hypochlorite de soude. On introduit les solutions et l'iridiate de potasse qui y est suspendu dans l'appareil à extraction du ruthénium, et l'on soumet le

tout au traitement décrit ci-dessus. On constate ainsi que l'iridium obtenu ne retient que des traces négligeables de ruthénium.

7° *Attaque de l'alliage par l'eau régale; précipitation par l'acide formique des métaux réductibles et dosage du fer et du cuivre.*

On opère la solution de l'alliage, laminé fin et décapé, à l'aide de l'eau régale concentrée dans le ballon de l'appareil à l'extraction du ruthénium, ainsi qu'il est dit plus haut. Après avoir évaporé au bain de chlorure de calcium la solution des chlorures produits, on reprend le résidu par une quantité d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique suffisante seulement pour en effectuer la solution. On ajoute ensuite de l'eau additionnée d'acétate d'ammoniaque et d'acide formique purs, de manière à amener le volume total du liquide à 400 centimètres cubes. On place le ballon dans un bain d'eau qu'on chauffe jusqu'à ce que la réduction de la solution métallique commence. La température du bain est entretenue à ce degré tant que le dégagement de l'acide carbonique s'effectue avec activité. On porte ensuite le liquide à l'ébullition et on l'y maintient pendant vingt-quatre heures au moins, en ayant soin d'ajouter de l'eau et de l'acide formique à mesure que ces liquides se volatilisent. Lorsque tous les métaux susceptibles d'être réduits sont précipités, on laisse déposer et l'on filtre le liquide limpide. On lave le précipité noir à l'eau chaude *acidulée à l'acide chlorhydrique,* pour l'empêcher de se délayer dans le liquide et de passer trouble au travers du filtre, et l'on ajoute, après filtration, les eaux de lavage à l'eau mère. Le liquide limpide renferme presque tout le fer et le cuivre et une partie du ruthénium contenus dans l'alliage. Le restant du cuivre, du fer et du ruthénium est retenu par les métaux précipités.

On ajoute de l'acide sulfurique pur à la bouillie métallique et l'on chauffe avec précaution de manière à évaporer complétement l'eau et à réduire en vapeur une partie de l'acide sulfurique employé. On laisse refroidir le ballon, on reprend par de l'eau pure le noir humecté d'acide. On filtre le liquide déposé et on lave le noir à l'eau légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique. On neutralise par l'ammoniaque les liquides filtrés acides, et, après y avoir ajouté de l'acétate d'ammoniaque et de l'acide formique, on fait bouillir le tout jusqu'à l'élimination complète des métaux susceptibles d'être réduits par l'acide formique. L'eau mère avec les eaux de lavage du filtre sont ajoutées au liquide obtenu en premier lieu.

Le tout est versé dans une cornue tubulée, munie d'un bouchon en

verre percé et traversé par un tube droit qui descend jusqu'au fond de la cornue. Le liquide est soumis à une douce ébullition pour chasser l'eau et les acides acétique et formique. Au résidu, formé d'une solution concentrée de chlorhydrate, de sulfate et d'acétate d'ammoniaque et de chlorures de cuivre, de fer et de ruthénium, on ajoute peu à peu de l'acide azotique pur et l'on chauffe avec précaution, mais suffisamment pour détruire les sels ammoniacaux.

Lorsque ce résultat est atteint, on fait pénétrer le col de la cornue dans une solution très-étendue de potasse pure contenue dans un ballon, et l'on ajoute au résidu renfermé dans la cornue un volume suffisant d'eau, puis, peu à peu, une solution de soude caustique pure, et lorsque le précipité qui se forme ne se redissout plus, une solution concentrée d'hypochlorite de soude pure, pour transformer tout le ruthénium en ruthéniate de soude. L'addition de cet hypochlorite produit un dégagement d'azote, si la destruction des sels ammoniacaux par l'acide azotique n'a pas été totale.

Par le tube qui traverse le bouchon percé on fait passer à *froid* d'abord, et ensuite à chaud, un courant lent de chlore, et l'on procède à l'extraction du ruthénium, ainsi qu'il est dit plus haut. On remarque que, lors de la transformation du ruthéniate de soude en heptaruthéniate et du passage de celui-ci en acide hyperruthénique sous l'influence du chlore, il se produit de petites bulles gazeuses formées d'oxygène. Ces bulles se forment exclusivement au contact de l'hydrate ferrique, qui agit comme l'iridiate de potasse et l'hydrate iridique.

Après l'extraction du ruthénium on verse peu à peu de l'acide chlorhydrique dans la liqueur, pour redissoudre les oxydes ferrique et cuivrique en suspension, et l'on précipite le fer par une quantité suffisante d'ammoniaque; on fait bouillir et l'on reçoit sur un filtre l'hydrate ferrique et la silice enlevée au verre.

L'eau mère et les eaux de lavage du filtre qui sont colorées en bleu sont portées à l'ébullition à vase ouvert, pour chasser la majeure partie de l'ammoniaque, et précipitées ensuite par une solution aqueuse d'acide sulfhydrique. Le sulfure de cuivre est lavé à l'eau sulfhydrique, puis séché et calciné. On pèse l'oxyde de cuivre qu'on a soin de reprendre par l'acide chlorhydrique dilué, pour s'assurer s'il s'y dissout intégralement, et si sa solution ne contient pas de chaux, apportée par l'hydrate de soude ou enlevée au verre.

Le filtre contenant l'hydrate ferrique est arrosé d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, et la solution ferrique, ainsi que les eaux de lavage du filtre, est versée peu à peu dans un excès d'hydrate de potasse pur. On chauffe le liquide avec le précipité dans un vase de pla-

tant peu, après refroidissement on reçoit l'hydrate ferrique sur un filtre. Après un lavage soigné à l'eau, on le reprend par de l'acide chlorhydrique et l'on précipite la solution par l'ammoniaque. On pèse l'oxyde ferrique calciné. Après la pesée, on s'assure s'il se dissout intégralement dans l'acide chlorhydrique dilué et additionné d'iodhydrate d'ammoniaque, et si sa solution ne contient pas de calcium.

Pour satisfaire complètement au désir exprimé dans le Comité, lors de la discussion des conclusions du Rapport sommaire présenté par ses délégués, nous faisons suivre l'exposé des méthodes d'analyse des résultats partiels et totaux auxquels nous sommes arrivés dans nos déterminations. Ces résultats partiels n'ayant par eux-mêmes aucune valeur, nous nous bornons à donner trois exemples. Les deux premiers sont empruntés à nos travaux préparatoires, le troisième à nos recherches définitives.

ANALYSES DU BOUT DE BÂGLE N° 3.

A. — *Par l'attaque faite au plomb pur.*

	gr	gr
Poids de l'alliage laminé et décapé		5,000
Poids du plomb pur		50,000
Poids du lingot après quatre heures de chauffe à la température voisine de la fusion de l'or		55,896
Poids du résidu après l'attaque successive, par le lingot, de l'acide azotique dilué et de l'eau régale faible		0,577

Poids du ruthénium pur extrait du résidu :

a. Après une première attaque par la potasse et le nitre fondus et l'action subséquente du chlore :

	gr	
1re distillation	0,056	
2e distillation	0,009	

b. Après une seconde attaque par la potasse et le nitre fondus, et un courant de chlore suivi de deux distillations successives | 0,0071 |
Soit un total de | 0,0721 |
Poids de l'oxyde de fer retiré du mélange d'oxydes d'iridium et de fer 0,051, représentant fer | 0,0357 |
Poids de l'oxyde de fer retiré des nitrates 0,004, représentant fer | 0,0028 |
Poids total du fer | 0,0385 |

Poids de l'iridium réduit après les deux traitements sucessifs par la potasse et le nitre fondus, et l'extraction successive du ruthénium et du fer.....		0,4692
Poids du platine :		
a. Du jaune de platine traité deux fois au bisulfate de potasse.....	gr 4,2950	
b. Retiré du chloroplatinate *vert* traité deux fois au bisulfate.....	0,0460	
c. Retiré du rhodium dissous par le sel ammoniac	0,0230	
d. Retiré des nitrates.....	0,0275	
e. Retiré lors de la reprise du rhodium et des oxydes de fer et de cuivre.....	0,0030	
f. Du sel ammoniac ayant servi à la première séparation du platine et du rhodium.....	0,0005	
Soit un poids total de platine encore rhodifère..	4,3950	
Poids du rhodium :		
a. Du platine des chlorures.....	0,0035	
b. Du platine des nitrates.....	0,0065	
c. Des nitrates.....	0,0045	
d. De la reprise des 4,395 de platine redissous dans l'eau régale et précipités une seconde fois au sel ammoniac :		
1° Du traitement, par le bisulfate, du platine réduit du chloroplatinate d'ammoniaque.....	0,0015	
2° Des eaux mères de précipitation par le sel ammoniac du chlorure de platine, les métaux restés en solution étant éliminés à l'état de sulfures, et les métaux des sulfures séparés à l'aide de deux traitements au bisulfate.....	0,01008	
Rhodium de la reprise du platine.....	0,01158	
à déduire de 4,395 du platine rhodifère pour obtenir la quantité exacte de platine :		
Poids total du platine.....		4,38342
Poids total du rhodium.....		0,02608
Poids du palladium des nitrates.....		0,00300
Poids de l'oxyde de cuivre des nitrates et séparé du platine 0,0100, représentant métal.....		0,00800
Total.....		5,00030

B. — *Par l'attaque directe à l'eau régale.*

Poids de l'alliage		5,000
Poids du ruthénium :		
a. 1re distillation	0,0570	
b. 2e distillation	0,0090	
c. 3e distillation	0,0058	
d. 4e distillation	0,0000	
Soit un poids total de		0,0718
Poids du fer :		
Poids des oxydes de fer et d'iridium enlevés par l'acide chlorhydrique au mélange de platine et des oxydes métalliques	0,05835	
Poids de l'oxyde d'iridium resté après le courant d'acide chlorhydrique mêlé d'hydrogène	0,00300	
Soit oxyde de fer volatilisé	0,05535	
Représentant fer métallique		0,03875
Poids de l'iridium séparé par le plomb, les acides azotiques et l'eau régale faible des métaux réduits		0,46900
Poids du palladium des nitrates		0,03000
Poids du rhodium des nitrates et des chlorures		0,02500
Poids de l'oxyde de cuivre des nitrates 0,010, représentant cuivre métallique		0,00800
Total		0,61555
Le platine ayant été dosé par différence, on a		4,38445
		5,00000

ANALYSE DU BOUT DE RÈGLE N° 6.

Attaque par le plomb.

Poids de l'alliage laminé	5,00000
Poids du plomb pur	50,00000
Poids du lingot après la fonte	54,96000
Poids de l'alliage d'iridium, de ruthénium et de fer	0,57400
Poids du ruthénium obtenu en trois distillations (à la reprise des oxydes par la potasse et le nitre fondus, on n'a rien retiré)	0,06670
Poids de l'oxyde de fer retiré de l'oxyde d'iridium et des nitrates 0,06057 représentant fer métallique	0,04240

Poids de l'iridium		0,47710
Poids du palladium des nitrates		0,00550
Poids du rhodium, des nitrates et des chlorures dissous au bisulfate et précipité à l'acide formique		0,01700
Poids du platine :		
a. Du jaune de platine traité deux fois au bisulfate	gr 4,3420	
b. Du vert de platine provenant de la concentration des eaux mères et de lavage du jaune de platine	0,0290	
c. Des nitrates	0,0077	
d. Du rhodium	0,0055	
e. De l'oxyde de cuivre	0,0005	
Poids total du platine		4,38480
Poids de l'oxyde de cuivre 0,015, représentant cuivre métallique		0,01200
Total		5,0054

ANNEXE N° III.

POIDS SPÉCIFIQUES

ET

COEFFICIENTS DE DILATATION DU PLATINE ET DES MÉTAUX QUI L'ACCOMPAGNENT,

AINSI QUE DES ALLIAGES DE CES MÉTAUX;

PAR O.-O.-J. BROCH.

ANNEXE N° III.

Poids spécifiques et coefficients de dilatation du platine et des métaux qui l'accompagnent, ainsi que des alliages de ces métaux.

I. — Platine pur.

1. M. Fizeau a déterminé, en novembre 1867, le coefficient de dilatation du platine pur; le métal, fourni par M. Sainte-Claire Deville, avait été préparé par M. Matthey, de Londres (*Procès-verbaux des séances de la Section française*, 30 juin 1876, p. 213). Il a trouvé

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.899,05, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,78;$$

donc, entre zéro et t degrés,

$$\alpha = 10^{-8}(867,85 + 0,39t).$$

2. En 1873, M. H. Sainte-Claire Deville a préparé du platine, dont il a mesuré la densité (*Procès-verbaux*, 18 avril 1873, p. 50). Il a trouvé

Platine écroui, à la température de	16°...	21,409
» recuit, »	14°,5.	21,405

Si l'on réduit, par le calcul [1], ces résultats aux températures zéro

[1] La formule qui sert à déduire le poids spécifique d'une pesée hydrostatique est

$$d = \frac{p}{p'}(1 + k't')q - \left(\frac{p}{p'} - 1\right)(1 + kt)\varepsilon,$$

dans laquelle p est le poids du corps dans l'air, p' la perte de poids dans

pour le métal et 4 degrés pour l'eau, on trouve le poids spécifique

$$21,372.$$

M. Fizeau, ayant déterminé le coefficient de dilatation de ce platine, a trouvé (*Procès-verbaux*, 13 mars 1874, p. 52) [1] :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.905,5, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 1,06;$$

donc, entre zéro et t degrés,

$$\alpha = 10^{-8}(863,1 + 0,53t).$$

3. En 1875, MM. Deville et Debray ont préparé du platine pur et mesuré sa densité. Voici les résultats trouvés (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 15 novembre 1875) :

Poids dans l'air à 17°,8 et 764 millimètres...	204gr,104
Perte de poids dans l'eau à 17°,6.....	9,498
De ces données on tire le poids spécifique...	21,457

4. En 1876, M. Peligot a préparé du platine pur, dont la densité a d'abord été trouvée égale à 21,072, et après forgeage à 21,517. C'est la densité sans correction. Après correction, elle se réduit à

$$21,46 \text{ ou } 21,47$$

(*Procès-verbaux*, 30 juin 1876, p. 213, et *Exposé des travaux de la Section française*, au 1er octobre 1876, p. 6). La densité précédente a été déterminée sur un petit échantillon de 23 grammes; et l'auteur ajoute que, à cause de la petitesse, « on ne peut pas attacher une trop grande valeur à ce nombre ». Cependant l'incertitude d'une bonne pesée hydrostatique sur un corps d'un tel volume ne devait pas dépasser une unité de l'ordre de la deuxième décimale.

---

l'eau, t la température de l'air, t' la température de l'eau, k le coefficient de dilatation du corps de zéro à $t°$, k' le coefficient de zéro à $t'°$, q la densité de l'eau à $t'°$, relativement à celle de l'eau, au maximum de densité à 4 degrés, et ε le poids spécifique de l'air ou le poids en grammes de 1 centimètre cube d'air au moment de l'expérience.

[1] *Procès-verbaux*, 30 juin 1876, p. 6, et *Exposé*, p. 6, on trouve le nombre $\Delta\alpha : \Delta t = 0,61$; c'est probablement une erreur typographique pour 1,06, qui se trouve partout ailleurs.

Le coefficient de dilatation de ce platine a été déterminé par M. Fizeau avec le plus grand soin (*Procès-verbaux*, 30 juin 1876, p. 213). Il a trouvé

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.898,81, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,74;$$

donc, entre zéro et t degrés,

$$\alpha = 10^{-8}(869,21 + 0,37t).$$

5. Pendant l'hiver de 1876-1877, M. Stas a préparé, à Bruxelles, deux échantillons de platine pur, dont la densité a été mesurée par les délégués du Comité international des Poids et Mesures, à Paris, en 1877. On leur avait donné la forme de disques, frappés avec le grand balancier de la Monnaie.

Échantillon n° 1.

Poids dans l'air à 15 degrés et 752 millimètres.	267^{gr},866
Perte de poids dans l'eau à 15 degrés.....	12,460
On déduit de là le poids spécifique.....	21,463

6. *Échantillon n° 2.*

Poids dans l'air à 15 degrés et 752 millimètres.	260,110
Perte de poids dans l'eau à 12 degrés.....	12,115
On déduit de là le poids spécifique.....	21,442

7. M. Matthey, de Londres, a, en 1877, préparé pour les délégués du Comité international des Poids et Mesures deux échantillons de platine pur. Les numéros qui les désignent ci-dessous sont ceux des pages du Registre XV du laboratoire de M. H. Sainte-Claire Deville, qui les a analysés en collaboration avec M. Stas. Les échantillons, en forme de disque, avaient été frappés à la Monnaie.

Premier échantillon, 176.

Poids dans l'air à 20 degrés et 759^{mm},2.....	244,242
Perte de poids dans l'eau à 20 degrés.....	11,363
On en déduit le poids spécifique.....	21,444

L'analyse a donné :

	mgr
Platine	4989,0
Iridium	0,3
Rhodium	6,0
Fer	1,4
Perte	3,3
	5000,0

8. *Deuxième échantillon*, 182.

	mgr
Poids dans l'air à 20 degrés et 759mm,2	245,024
Perte de poids dans l'eau à 20 degrés	11,389
On en déduit le poids spécifique	21,464

L'analyse a donné :

	mgr
Platine	4982,3
Rhodium	5,0
Fer	0,7
Cuivre	1,0
Perte	11,0
	5000,0

Ainsi, en récapitulant, on a trouvé, pour le poids spécifique du platine, les valeurs suivantes :

2.	Platine préparé par	M. Deville, en 1873	21,372
3.	»	MM. Deville et Debray, 1875	21,457
4.	»	M. Peligot, 1876	21,46 ou 21,47
5.	»	M. Stas, 1876-1877, n° 1	21,463
6.	»	» » 2	21,442
7.	»	M. Matthey, 1877, n° 176	21,444
8.	»	» » 182	21,464

L'erreur dans la valeur du poids spécifique déduite d'une pesée hydrostatique ne doit pas dépasser $\frac{d}{p'}$, d étant le poids spécifique trouvé, et p' la perte de poids dans l'eau exprimée en milligrammes, tant que le volume du corps n'excède pas 20 centimètres cubes. Pour des corps de plus grand volume, l'erreur du poids spécifique ne doit pas sur-

passer $\frac{d}{20000}$. Pour les poids spécifiques des n°s 3, 5, 6, 7 et 8, l'erreur ne doit donc pas surpasser $\pm$ 0,002, c'est-à-dire deux unités dans la troisième décimale. Les différences que l'on observe entre les résultats ci-dessus doivent donc tenir aux impuretés ou bien à l'état poreux du lingot.

L'influence des impuretés peut être calculée par la méthode ordinaire du calcul des alliages, tant qu'il n'y a pas combinaison chimique ou dissolution de l'un des corps étrangers, considéré comme impureté, dans le corps principal. Or il n'y a pas lieu de supposer qu'il existe entre les corps dont il est ici question d'autre combinaison qu'un alliage ordinaire. D'autre part, l'analyse chimique comporte une plus grande exactitude que la purification en grand des métaux. On pourra donc atteindre une exactitude plus grande en introduisant les corrections qu'elle indiquera.

Calculons donc l'influence des impuretés sur les poids spécifiques des n°s 7 et 8.

7. *Disque de M. Matthey*, 176.

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.	
Iridium	0,3	22,38	0,013	
Rhodium	6,0	12,5	0,480	
Fer	1,4	7,87	0,178	
	7,7	:	0,671	
Poids total après déduction de la perte	4996,7	21,444	233,012	
Platine pur	4989,0	:	232,341	= 21,473

J'ai supposé ici que la perte était de la matière du lingot.

Si l'on suppose que cette perte, 3^{mg},3, est en matières légères, de densité 8, on trouvera :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.	
Iridium	0,3	22,38	0,013	
Rhodium	6,0	12,5	0,480	
Fer	1,4	7,87	0,178	
Perte	3,3	8,0	0,412	
	11,0		1,083	
Poids total	5000,0	21,444	233,165	
Platine pur	4989,0	:	232,082	= 21,497

8 *Disque de M. Matthey*, 182.

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
Rhodium	5,0	12,5	0,400
Fer	0,7	7,87	0,089
Cuivre	1,0	8,9	0,112
	6,7		0,601
Poids total après déduction de la perte	4989,0	21,464	232,436
Platine pur	4982,3	:	231,835 = 21,491

Si l'on suppose que la perte, 11 milligrammes, a été en matières légères, de densité 8, on trouvera :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
Rhodium	5,0	12,5	0,400
Fer	0,7	7,87	0,089
Cuivre	1,0	8,9	0,112
Perte	11,0	8,0	1,375
	17,7		1,976
Poids total	5000,0	21,464	232,948
Platine pur	4982,3	:	230,972 = 21,571

L'analyse sur le n° 7 a donné la plus petite perte, et doit donc être considérée comme la meilleure. Une partie de la perte est sans doute en matières légères.

J'admets donc, comme résultat définitif :

Poids spécifique du platine pur..... 21,49

Les coefficients de dilatation, mesurés par M. Fizeau, sont entre zéro et t degrés, pour le platine préparé par :

1. M. Deville, en 1867..... $\alpha = 10^{-8}(867,85 + 0,39t)$
2. M. Deville, en 1873..... $\alpha = 10^{-8}(863,1 + 0,53t)$
4. M. Peligot, en 1876..... $\alpha = 10^{-8}(869,21 + 0,37t)$

Il est très-probable, à en juger par son poids spécifique, que le pla-

tine préparé par M. Deville, en 1873, n'était pas pur; celui qui a été préparé par M. Peligot, en 1876, devait être d'une pureté plus grande. En supposant que le platine de M. Deville, de 1873, contînt à peu près 0,6 pour 100 de rhodium, cela eût suffi pour expliquer la valeur plus faible de sa densité. Le coefficient de dilatation du rhodium diffère peu de celui du platine, et n'aurait pas exercé d'influence sensible sur les coefficients de dilatation. Si l'on admet que l'échantillon pouvait contenir, par exemple, 0,1 pour 100 de rhodium et 0,2 pour 100 de fer ou de cuivre, on expliquera en même temps la valeur plus faible de sa densité, et la valeur plus grande de son coefficient de dilatation.

Je laisserai donc, pour le moment, incertaine la valeur du coefficient de dilatation du platine pur.

II. — Iridium.

1. On trouve, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, pour 1874, la valeur suivante du coefficient de dilatation de l'iridium, mesuré par M. Fizeau :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.700, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,79;$$

donc, entre zéro et t degrés,

$$\alpha = 10^{-8}(668,4 + 0,395t).$$

2. En 1873, M. Deville a préparé, pour la Section française, de l'iridium pur, dont M. Fizeau a déterminé le coefficient de dilatation

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.683,11, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,94;$$

donc entre zéro et t degrés

$$\alpha = 10^{-8}(645,51 + 0,47t).$$

Il est dit que « la densité a pour mesure, suivant M. Deville, 22,96 ». (*Procès-verbaux*, 2 mai 1873, p. 55). Aucun détail n'est d'ailleurs donné sur cette détermination de la densité, qui, après correction, serait à peu près 22,9. Il y a sans doute là une erreur typographique; car toutes les déterminations suivantes ont donné des densités beaucoup plus petites [1].

---

[1] Dans les cahiers de procès-verbaux de M. Sainte-Claire Deville (t. XII, p. 179), on trouve 22,096.

3. En 1875, MM. Deville et Debray ont préparé de l'iridium pur (*Comptes rendus*, 15 novembre 1875). « Le métal, amené à l'état de liquidité parfaite, refroidi avec soin et broyé sous le laminoir, se présente sous forme de grains blancs et brillants à facettes courbes. » Une pesée hydrostatique a donné les résultats suivants :

Poids dans l'air à 17°,5 et 760 millimètres.....	243gr,292
Perte de poids dans l'eau à 17°5.....	10,851
On déduit de là le poids spécifique.....	22,375

4. MM. Deville et Debray ont préparé en même temps un alliage de 95 pour 100 d'iridium et 5 pour 100 de platine. Ils ont trouvé pour cet alliage :

Poids dans l'air à 16 degrés et 744 millimètres...	51gr,482
Perte de poids dans l'eau.....	2,300
On en déduit le poids spécifique.....	22,351

Des données précédentes on peut déduire par le calcul le poids spécifique de l'iridium pur. On a

Poids total.....	100 : 22,351	= 4,4741	
Platine.....	5 : 21,49	= 0,2327	
Iridium pur.....	95 :	4,2414	= 22,398

nombre qui coïncide, à très-peu près, avec le précédent résultat obtenu directement.

J'admets donc les valeurs suivantes :

Poids spécifique de l'iridium pur.....	22,38
Coefficient de dilatation de 0° *à* t°...	$\alpha = 10^{-8}(645,5 + 0,47\,t)$

III. — Rhodium.

1. J'ai extrait du registre du laboratoire de M. Deville les nombres suivants, résultats d'une pesée hydrostatique sur le rhodium :

Poids dans l'air à 15 degrés et 760 millimètres...	126gr,914
Perte de poids dans l'eau à 5°,5.....	10,215
On déduit de là le poids spécifique.....	12,406

2. Une autre préparation a donné :

Poids dans l'air à 12°,5 et 755 millimètres.....	310gr,059
Perte de poids dans l'eau à 12°,5.....	24,859
On en déduit le poids spécifique.....	12,799

Une analyse de ce rhodium a donné 20 milligrammes d'iridium dans 1gr,053, avec un excès de 6 milligrammes.

On tire de là :

Poids total.....	1053 : 12,799 =	82,272	
Iridium.....	20 : 22,38 =	0,894	
Rhodium pur.....	1033 :	81,378 =	12,694

3. M. Deville possède un lingot de platine riche en rhodium, préparé par M. Matthey. Une pesée hydrostatique sur ce lingot a donné :

Poids dans l'air à 11°,5 et 750 millimètres.....	217gr,640
Perte de poids dans l'eau à 10°,7.....	11,545
On déduit de là le poids spécifique.....	18,829

Une analyse a donné la composition suivante :

Platine.....	79,70	
Iridium.....	1,00	
Rhodium.....	18,93	avec traces de palladium.
Fer.....	0,28	
Perte.....	0,09	
	100,00	

Si l'on admet que la perte était de la matière même du lingot, on a :

Platine.....	79,70 : 21,49 =	3,7087	
Iridium.....	1,00 : 22,38 =	0,0447	
Fer.....	0,28 : 7,89 =	0,0355	
	80,98	3,7889	
Poids total après déduction de la perte..	99,91 : 18,829 =	5,3062	
Rhodium.....	18,93 :	1,5173 =	12,476

En supposant que la perte était en matières légères, de densité 8,

on aura :

Platine.....	79,70 :	21,49 =	3,7087
Iridium.....	1,00 :	22,38 =	0,0447
Fer.....	0,28 :	7,89 =	0,0355
Perte.....	0,09 :	8,00 =	0,0112
	81,07		3,8001
Poids total.....	100,00 :	18,829 =	5,3110
Rhodium.....	18,93	:	1,5109 = 12,529

J'admets donc la valeur suivante :

Poids spécifique du rhodium pur..... 12,50

M. Fizeau a déterminé (*Annuaire du Bureau des Longitudes*) le *coefficient de dilatation* du rhodium demi-fondu ; il a trouvé

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.850; \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,81;$$

donc, entre 0° et t°,

$$\alpha = 10^{-8}(817,6 + 0,405t).$$

IV. — Palladium.

J'ai trouvé dans le Registre du laboratoire de M. Deville les résultats suivants d'une pesée hydrostatique faite sur du palladium :

Poids dans l'air à 14° et 758 millimètres.....	106gr,750
Perte de poids dans l'eau à 13°,3.....	9,063
On déduit de là le poids spécifique.....	11,76

M. Fizeau a donné (*Annuaire du Bureau des Longitudes*) le coefficient de dilatation du palladium forgé et recuit :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.1176; \quad \Delta\alpha : \Delta t = 1,32;$$

donc, entre 0° et t°,

$$\alpha = 10^{-8}(1123,2 + 0,66t).$$

V. — Ruthénium.

MM. Deville et Debray ont déterminé la densité du ruthénium, sous la forme d'une poudre cristalline (*Comptes rendus*, 20 novembre 1876). Ils ont trouvé :

Poids dans l'air à 21° et 760 millimètres.....	74gr,249
Perte de poids dans l'eau.....	6,0365
On déduit de là le poids spécifique.....	12,29

M. Fizeau a déterminé le coefficient de dilatation du ruthénium préparé par M. Deville en 1874, comprimé et calciné dans un moufle; il a trouvé

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.767; \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,90;$$

donc, entre 0° et t°,

$$\alpha = 10^{-8}(731,3 + 0,45t).$$

VI. — Osmium.

En 1876, MM. Deville et Debray ont préparé de l'osmium pur cristallisé (en poudre), et en ont déterminé la densité (*Comptes rendus*, 8 mai 1876).

Poids dans l'air à 11°,5 et 755 millimètres.....	108gr,048
Perte de poids dans l'eau à 8°,5.....	4,807
On déduit de là le poids spécifique.....	22,45

M. Fizeau, ayant mesuré le coefficient de dilatation de l'osmium demi-fondu, a trouvé (*Annuaire du Bureau des Longitudes*)

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.657; \quad \Delta\alpha : \Delta t = 2,18;$$

donc, entre 0° et t°,

$$\alpha = 10^{-8}(549,8 + 1,09t).$$

VII. — Platine iridié à 10 pour 100.

1. M. Deville a préparé, en décembre 1867, quelques petits échantillons de platine iridié à 10 pour 100, dont M. Fizeau a déterminé le

coefficient de dilatation. Comme moyenne de trois expériences, M. Fizeau a trouvé (*Procès-verbaux*, 28 décembre 1869, p. 20)

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.886,9\ (^1), \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,76;$$

Donc, entre 0° et t°,

$$\alpha = 10^{-8}(856,5 + 0,38t).$$

Un fragment a été soumis, dans une matrice cylindrique, à la plus forte compression que puisse produire le grand balancier de la Monnaie (*Procès-verbaux*, 11 avril 1870, p. 35). Ce cylindre a donné les résultats suivants (Tableau, *Procès-verbaux*, 13 mars 1874, p. 52) :

Avant compression.....	$\alpha_{40} = 10^{-8}.886,4$
Après compression.....	902,0
Après un recuit.....	890,5
Après un second recuit.....	889,2

2. Une règle en platine, iridié à 10 pour 100, a été fondue et forgée par M. Deville, en 1870. Elle avait : longueur $1^m,12$; section transversale $0^m,025 \times 0^m,014$, avec une rainure longitudinale sur chacune des rives (*Procès-verbaux*, 15 février 1870, p. 42). Deux bouts, de 12 millimètres chacun de longueur, ont été coupés sur cette règle, et M. Fizeau en a déterminé les coefficients de dilatation (Tableau, *Procès-verbaux*, 13 mars 1874, p. 52) :

Bout (²)....	$\alpha_{40} = 10^{-8}.886,2$	$\Delta\alpha : \Delta t = 0,97$
Bout (³)....	$\alpha_{40} = 10^{-8}.885,8$ (³)	$\Delta\alpha : \Delta t = 0,96$

donc, en moyenne,

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.886; \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,965,$$

(¹) On trouve, dans les *Procès-verbaux* du 28 décembre 1869, p. 20, pour résultats des trois expériences,

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.886,3$$
$$886,9$$
$$887,6$$

Mais, dans le tableau des coefficients de dilatation (*Procès-verbaux*, 13 mars 1874, p. 52), on trouve les nombres 888,3, 888,9, 889,6, c'est-à-dire partout 2 unités de plus.

(²) *Voir* la note de la page précédente.

(³) *Procès-verbaux*, 8 mars 1870, p. 47, on trouve le nombre 887,8.

et entre 0° et t°,

$$\alpha = 10^{-8}(847,4 + 0,4825t).$$

Après avoir fait subir au premier de ces bouts dix immersions successives et graduelles, dans l'eau bouillante et dans la glace fondante, M. Fizeau en a de nouveau déterminé le coefficient de dilatation. Il a obtenu

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.884,2.$$

(*Procès-verbaux*, 3 mai 1870, p. 60 et Tableau, *Procès-verbaux*, 13 mai 1871, p. 52.)

Le poids spécifique de cette règle n'est pas indiqué, mais elle a été probablement confectionnée avec le platine iridié suivant.

3. Barreau du platine iridié à 10 pour 100, préparé par M. Deville, qui en a mesuré la densité. Il a trouvé :

Métal écroui..... 21,455 à 13°,4

(*Procès-verbaux*, 13 avril 1875, p. 50).

Ce qui donne le poids spécifique..... 21,424

Le même métal, recuit à la plus haute température, a donné 21,432 à 12 degrés, d'où l'on déduit le poids spécifique..... 21,404

M. Fizeau a déterminé le coefficient de dilatation de ce métal (*Procès-verbaux*, 4 avril 1873, p. 46) :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.880,7; \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,994;$$

donc, entre 0° et t°,

$$\alpha = 10^{-8}(840,94 + 0,497t).$$

4. Règle provisoire n° 1 en forme de X confectionnée, en 1873, par l'étirage de la règle à section rectangulaire, avec deux rainures semi-circulaires, mentionnée sous 2. M. Deville a déterminé la densité de deux bouts, coupés aux deux extrémités de cette règle (*Procès-verbaux*, 30 mai 1873, p. 71).

	Écroui.	Recuit.
Bout A	21,361	21,356
Bout B	21,363	21,360

Dans un Rapport présenté récemment (janvier 1875) à la Section française, M. Deville donne les détails de huit pesées hydrostatiques, faites sur ces deux bouts, à des températures peu différentes. La moyenne de ces pesées donne pour densité 21,3725 à 16°,01. On en déduit le poids spécifique 21,335

Les deux bouts de cette règle, analysés par M. Deville, ont donné (*Procès-verbaux*, 13 juin 1873, et *Rapport*, 1875, p. 86) :

	A.	B.
Platine	89,37	89,36
Iridium	9,79	9,81
Rhodium et traces de palladium	0,38	0,40
Cuivre	0,10	0,10
Perte	0,36	0,33
	100,00	100,00

5. Règle provisoire n° 3 en forme de X, confectionnée avec du métal préparé par M. Deville.

M. Deville a mesuré la densité du métal sur des échantillons pris sur les deux bouts et fortement écrouis (*Procès-verbaux*, 1875, p. 88). Il a trouvé 21,418 à 16°,5. On déduit de là le poids spécifique 21,379.

Même métal recuit; densité à 14°,5 : 21,3665. On en déduit le poids spécifique 21,333

Deux analyses faites sur ce métal ont donné (*Procès-verbaux*, 14 novembre 1873, p. 7) :

	Bout n° 1.	Bout n° 2.
	gr	gr
Platine	7,7500	7,7520
Iridium	8595	8604
Palladium	70	20
Rhodium	50	60
Cuivre	120	120
Perte	190	221
Poids total	8,6525	8,6545

M. Fizeau a déterminé les coefficients de dilatation de cette règle sur deux échantillons prélevés sur l'un de ses bouts (*Procès-verbaux*, 30 janvier 1874, p. 29). Il a trouvé :

Échantillon (..) non recuit. $\alpha_{10}^{i} = 10^{-8}.881,0$ $\Delta\alpha : \Delta t = 1,19$

Échantillon (.) recuit..... $\alpha_{10} = 10^{-8}.883,7$ $\Delta\alpha : \Delta t = 1,32$

Une nouvelle détermination, à laquelle M. Fizeau paraît accorder la préférence, a donné (*Procès-verbaux*, 13 mars 1874, p. 51)

Échantillon (..) non recuit. $\alpha_{40} = 10^{-8}.880,2$ $\Delta\alpha : \Delta t = 0,84$

donc, entre zéro et t degrés,

$$\alpha = 10^{-8}(846,6 + 0,42t).$$

Échantillon (.) recuit..... $\alpha_{40} = 10^{-8}.881,9$ $\Delta\alpha : \Delta t = 0,86$

donc, entre zéro et t degrés,

$$\alpha = 10^{-8}(847,5 + 0,43t).$$

6. Bout de règle provenant du grand bloc, pesant $178^{gr},182$, remis à M. Deville le 22 octobre 1874 (Rapport de M. Deville, *Procès-verbaux*, 1875, p. 98). Dans le registre de M. Deville (t. XIV, p. 7) on trouve : baromètre 760 millimètres, température de l'air 15 degrés, température de l'eau 15 degrés. On en déduit le poids spécifique

21,075.

Analyse.

	gr
Platine et iridium.....	10,787
Rhodium avec palladium.....	0,022
Ruthénium.....	0,158
Fer.....	0,067
Cuivre.....	0,009
Poids total.....	11,043

7. Copeaux provenant du bloc n° 35 (refonte des déchets du grand bloc). (Rapport de M. Deville, *Procès-verbaux*, 1875, p. 100.) Poids $40^{gr},025$. « Ils étaient très-peu propres à la détermination de la densité. » Dans le registre de M. Deville (t. XIV, p. 19) on trouve : baromètre $759^{mm},7$, température de l'air 15°,15, température de l'eau 13°,5. On en déduit le poids spécifique

21,074.

Analyses (les deux dernières par le plomb).

	I.	II.	III.	IV.
	gr		gr	gr
Platine.....	8,857	»	8,846	8,845
Iridium.....	0,869	»	0,890	0,881
Rhodium.....	0,030	»	0,030	0,030
Palladium.....	0,006	»	0,006	0,006
Ruthénium....	0,151	»	0,145	0,140
Cuivre.....	0,016	»	0,016	0,016
Fer.....	0,075	0gr,075	0,075	0,069
	10,004		10,008	9,987

8. Disque de platine iridié, préparé par M. Deville en 1875, et frappé par le grand balancier de la Monnaie. M. Deville donne les résultats suivants d'une pesée hydrostatique (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 15 novembre 1875) :

	gr
Poids dans l'air à 18 degrés et 760 millimètres.	238,694
Perte de poids dans l'eau à 17°,5.....	11,043
On déduit de là le poids spécifique.....	21,573

Les délégués du Comité international des Poids et Mesures ont mesuré de nouveau la densité de ce disque, après l'avoir énergiquement frappé à l'aide du grand balancier de la Monnaie; ils ont obtenu :

	gr
Poids dans l'air à 19 degrés et 767 millimètres.	228,9555
Perte de poids dans l'eau à 17°,6.....	10,605
On tire de là le poids spécifique.....	21,547

Le disque a été recuit et frappé de nouveau à la Monnaie; on a alors trouvé :

	gr
Poids dans l'air à 19°,25 et 761 millimètres...	228,9526
Perte de poids dans l'eau à 19 degrés.....	10,6117
On déduit de là le poids spécifique.....	21,528

M. Deville a fait, en 1875, l'analyse de ce disque (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 15 novembre 1875), et y a trouvé :

Platine	89,91
Iridium	9,93
Rhodium	0,05
Ruthénium	0,01
Perte	0,10
	100,00

9. Disque du platine iridié préparé par MM. Deville et Stas, en 1877, refondu plusieurs fois et frappé deux fois par le grand balancier de la Monnaie. Une pesée hydrostatique a donné :

	gr
Poids dans l'air à 19°,2 et 760 millimètres	227,5401
Perte de poids dans l'eau à 20°,5	10,5382
On déduit de là le poids spécifique	21,539

M. Stas a fait une analyse de ce métal, afin de déterminer sa teneur en iridium; il a trouvé dans 5 grammes d'alliage :

Platine	4,49699
Iridium	0,49960
Rhodium	0,00032
Perte	0,00309
	5,00000

10. Règle en platine iridié de l'Association géodésique internationale, confectionnée par M. Matthey, de Londres (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 4 décembre 1876). M. Deville a mesuré la densité de ce métal et en a fait l'analyse chimique.

Un petit lingot, pris dans la masse métallique, a donné :

	gr
Poids dans l'air	310,849
Perte de poids dans l'eau à 18 degrés	14,425

On tire de là, en supposant la température de l'air égale à celle de l'eau, et la hauteur barométrique de 760 millimètres, le poids spécifique

21,505.

Une masse parallélipipédique, coupée à l'un des bouts de la règle, a donné :

	gr
Poids dans l'air	116,898
Perte de poids dans l'eau à 4 degrés	5,429

[illegible] en supposant la température de l'air de 15 degrés et le baromètre à 760 millimètres, le poids spécifique

21.509.

Deux analyses ont donné :

	I.	II.
Platine	89,40	89,42
Iridium	10,16	10,22
Rhodium	0,18	0,16
Ruthénium	0,10	0,10
Fer	0,06	0,06
Perte	0,10	0,04
	100,00	100,00

11. Alliage du grand bloc de 250 kilogrammes, fondu au Conservatoire des Arts et Métiers, le 13 mai 1874. Deux échantillons pris dans les nervures enlevées au burin (*Exposé*, 1er octobre 1874, p. 21), ont donné :

Premier échantillon.

	gr
Poids dans l'air	47,872
Densité à 18 degrés	20,81
On en déduit le poids spécifique	20,77

Deuxième échantillon.

Poids dans l'air	83,361
Densité à 18 degrés	20,94
On en déduit le poids spécifique	20,89
Par conséquent, poids spécifique moyen	20,83

12. « Pour se rendre compte de l'effet du forgeage et du tréfilage sur le platine iridié, M. Tresca a déterminé, le 1er octobre 1874, à la température de 20 degrés, les densités comparatives d'un tronçon de barre forgée de 0m,020, et d'un tronçon terminé, en forme de X, provenant l'un et l'autre du lingot de 250 kilogrammes. » Les résultats ont été les suivants (*Exposé*, p. 37) :

(*a*). *Échantillon forgé.*

	gr
Poids dans l'air	171,224
Perte de poids dans l'eau à 20 degrés	8,110
On en déduit le poids spécifique	21,063

(*b*). *Échantillon étiré en forme de* X.

Poids dans l'air	178gr,308
Perte de poids dans l'eau à 20 degrés	8,451
On en déduit le poids spécifique	21,049

en supposant la température de l'air égale à celle de l'eau, et le baromètre à 760 millimètres.

13. Règles et bouts de règles en forme de X confectionnés avec le métal du grand bloc. Plusieurs de ces règles et bouts de règles ont été présentés par la Section française aux délégués du Comité international des Poids et Mesures, qui en ont déterminé le poids spécifique.

Un bout de règle désigné par le n° 3 a été analysé par MM. Deville et Stas.

Bout de règle n° 3 provenant directement du grand bloc :

Poids dans l'air à 15°,5 et 755mm,8	93gr,0064
Perte de poids dans l'eau à 12 degrés	4,4055
On déduit de là le poids spécifique	21,083

L'analyse a donné les résultats suivants (*Procès-verbaux*, 1877, p. 301) :

	I (1).	II (2).	III (4).
	gr	gr	
Platine	87,670	87,689 (3)	»
Iridium	9,384	9,380	»
Rhodium	0,520	0,500	0,460
Palladium	0,060	0,060	»
Ruthénium	1,442	1,436	1,340
Cuivre	0,160	0,160	0,170
Fer	0,770	0,775	0,778
	100,006	100,000	

(1) Attaque par le plomb.

(2) Attaque directe par l'eau régale; extraction du ruthénium par l'action du chlore sur la solution rendue alcaline par la soude.

(3) Platine déterminé par différence.

(4) Attaque directe par l'eau régale et précipitation par l'acide formique des métaux réductibles; méthode instituée pour rechercher directement le cuivre et le fer.

[illegible] n° 6 provenant des dernières fontes :

Poids dans l'air à 18 degrés et 760 millimètres.	253gr,8694
Perte de poids dans l'eau à 19°,4.....	12,0546
On en déduit le poids spécifique.....	21,012

[illegible] n° 5 fortement poli :

Poids dans l'air à 19°,5 et 761mm,8.....	245,180
Perte de poids dans l'eau à 20°,2.....	11,6382
On en déduit de là le poids spécifique.....	21,016

L'analyse a donné les résultats suivants (*Procès-verbaux*, 1877, [illegible]

	Côté n° 1.		Côté n° 2.	
	I (1).	II (2).	I (1).	II (2).
Platine.....	87,770	87,694	»	»
Iridium.....	9,436	9,542	»	9,330
Rhodium.....	0,350	0,330	»	»
Palladium.....	0,110	0,110	»	»
Ruthénium..	1,334	1,334	1,330	1,420
Cuivre.....	0,240	0,240	0,248	0,240
Fer.....	0,864	0,848	»	0,805
	100,104	100,098	.	

15. Règle n° 1 provenant directement du grand bloc. La soie en a d'abord été coupée :

Poids dans l'air à 18°,8 et 760 millimètres.	3338gr,5148
Perte de poids dans l'eau à 18°,85.....	158,0419
On déduit de là le poids spécifique.....	21,078

16. Soie coupée de la règle n° 1.

Poids dans l'air à 19°,3 et 760mm,8.....	138gr,2952
Perte de poids dans l'eau à 18°,3.....	6,5465
On déduit de là le poids spécifique.....	21,081

(1) Attaque par le plomb.

(2) Attaque par l'eau régale; extraction du ruthénium par l'action du chlore sur la solution évaporée jusqu'à siccité, reprise par l'eau et rendue alcaline par la soude.

17. Règle n° 4, provenant de la matière du grand bloc refondu :

Poids dans l'air à 22°,05 et 757 millim...	3103gr,3476
Perte de poids dans l'eau à 22°,05.....	146,7604
On déduit de là le poids spécifique.....	21,088

18. Bout de règle n° 5 provenant de la même barre que la règle précédente :

Poids dans l'air à 17°,25 et 760 millimètres..	60gr,2299
Perte de poids dans l'eau à 17°,4.....	2,8522
On déduit de là le poids spécifique.....	21,075

19. Kilogrammes confectionnés avec les déchets du grand bloc, refondus (*Exposé de la situation des travaux*, 1er octobre 1876, p. 75). On a trouvé les densités suivantes à la température moyenne de 20 degrés :

Kilogramme n° 1.....	21gr,150
» 3.....	21,156
» 4.....	21,162
» 5.....	21,162
» 6.....	21,163
» 7.....	21,167

En supposant la température moyenne de l'air égale à celle de l'eau, 20 degrés, et la hauteur barométrique égale à 760 millimètres, on déduit de là des poids spécifiques variant de 21,10 à 21,12 ; d'où le poids spécifique moyen

$$21,110.$$

20. M. Fizeau a déterminé les coefficients de dilatation de divers échantillons de règles (*Procès-verbaux*, 27 février 1875, p. 52).

(*a*) 24 *novembre* 1874. — Échantillon d'une règle étirée de la matière du grand bloc :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.874,76, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,796;$$
$$\alpha = 10^{-8}(842,92 + 0,398t).$$

(*b*) 20 *novembre* 1874. — Autre échantillon pris sur la même règle étirée, à 4 mètres de distance du précédent :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.876,63, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,637;$$
$$\alpha = 10^{-8}(851,15 + 0,3185t).$$

(*c*) 16 *décembre* 1874. — Même échantillon que celui du 24 novembre, après avoir été recuit au rouge blanc pendant treize heures :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.875,65, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,767;$$
$$\alpha = 10^{-8}(844,97 + 0,3835t).$$

(*d*) 7 *janvier* 1875. — Même échantillon, les déterminations étant faites pendant la période de refroidissement :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.876,77, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,927;$$
$$\alpha = 10^{-8}(839,69 + 0,4635t).$$

(*e*) 9 *janvier* 1875. — Métal du grand bloc refondu, formant le bloc n° 35, en partie étiré :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.875,70, \quad \Delta a : \Delta t = 0,696;$$
$$\alpha = 10^{-8}(847,86 + 0,348t).$$

La moyenne de ces cinq observations est

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.875,9, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,764;$$
$$\alpha = 10^{-8}(845,5 + 0,382t).$$

21. En 1875, on a, au Conservatoire des Arts et Métiers, soumis une partie des métaux à l'affinage par la fusion en présence d'un excès d'oxygène. M. Fizeau en a déterminé les coefficients de dilatation.

(*a*) 14 *février* 1875. — Métal du bloc n° 31 soumis à l'affinage :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.876,19, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,783;$$
$$\alpha = 10^{-8}(844,87 + 0,3915t).$$

(*b*) 16 *février* 1875. — Métal du bloc n° 35 soumis à l'affinage :

$$\alpha_{40} = 10^{-8}.876,18, \quad \Delta\alpha : \Delta t = 0,807;$$
$$\alpha = 10^{-8}(843,90 + 0,4035t).$$

Résumé des poids spécifiques des échantillons non recuits.

3.	Barreau préparé par M. Deville en 1873.....	21,424
4.	Règle provisoire n° 1, préparée par M. Deville en 1873.	21,335
5.	Règle provisoire n° 3, préparée par M. Deville en 1873.	21,379
6.	Bout de règle provenant du grand bloc.....	21,075

7. Copeaux du bloc n° 35 21,074
8. Disque de platine iridié, préparé par M. Deville en 1875. 21,547
9. Disque de platine iridié, préparé par MM. Deville et Stas en 1877 21,539
10. Règle géodésique de M. Matthey en 1876 21,509
11. Échantillons enlevés au burin sur le grand bloc (*a*).. 20,77
» » » (*b*).. 20,89
12. Échantillons du grand bloc (*a*) ..... forgé. 21,063
» » (*b*) ..... étiré. 21,049
13. Bout de règle n° 3 provenant directement du grand bloc 21,083
14. Bout de règle n° 6 provenant des dernières fontes... 21,012
» après un fort polissage..... 21,016
15. Règle n° 1 provenant du grand bloc, sans soie..... 21,078
16. Soie coupée de la règle n° 1..... 21,081
17. Règle n° 4 provenant de la matière du grand bloc refondu..... 21,088
18. Bout de règle n° 5 provenant de la même barre..... 21,075
19. Kilogrammes confectionnés avec les déchets du grand bloc refondus..... 21,110

Les numéros 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13 et 14 ont été analysés.

Si l'on corrige les densités observées, d'après les compositions fournies par les analyses, on trouve :

4. Règle provisoire n° 1. *Moyenne des analyses des deux bouts :*

Platine...	89,365 =	1,165	= Excès en platine..	1,165
		88,200	= Platine iridié à $\frac{10}{100}$.	98,000
Iridium ..	9,800 =	9,800		
	99,165			99,165

On a donc, en supposant que la perte était en matière même du lingot :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	gr		
Platine en excès.....	1,165	21,49	0,05421
Rhodium et traces de palladium.....	0,39	12,5	0,03120
Cuivre.....	0,10	8,9	0,01124
Poids total après déduction de la perte.....	1,655		0,09665
	99,655	21,335	4,67096
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	98,000		4,57431 = 21,424

En supposant que la perte a porté sur des matières légères, de densité 8, on trouve :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	gr		
Platine en excès.....	1,165	21,49	0,05421
Rhodium.....	0,39	12,5	0,03120
Cuivre.....	0,10	8,9	0,01124
Perte.....	0,345	8	0,04312
	2,000		0,13977
Poids total.....	100,000	21,335	4,68713
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	98,000		4,54736 = 21,551

5. Règle provisoire n° 3.

Moyenne des analyses des deux bouts.

Platine...	gr 7,751,00 =	11,45	= Excès de platine..	11,45
		7739,55	= Platine iridié à $\frac{10}{100}$.	8599,50
Iridium..	859,95 =	859,95		
	8610,95			8610,95

Donc, en supposant que la perte était en matière du lingot, on a :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	gr		
Platine en excès.....	11,45	21,49	0,533
Palladium.....	4,5	11,76	0,382
Rhodium.....	5,5	12,5	0,440
Cuivre.....	12,0	8,9	1,348
Poids total après déduction de la perte.....	33,45		2,703
	8632,95	21,379	403,805
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	8599,50	:	401,102 = 21,440

En supposant que la perte a été en matières légères, de densité 8, on aurait :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	gr		
Platine en excès.....	11,45	21,49	0,533
Palladium.....	4,5	11,76	0,383
Rhodium.....	5,5	12,5	0,440
Cuivre.....	12,0	8,9	1,348
Perte.....	20,55	8	2,569
	54,00		5,273
Poids total.....	8653,50	21,379	404,766
Platine iridé à $\frac{10}{100}$.....	8599,50	:	399,493 = 21,526

6. Bout de règle provenant du grand bloc. L'analyse n'a pas séparé le platine et l'iridium. Si l'on admet la même proportion entre ces deux métaux que celle qui a été trouvée plus tard pour le n° 13 (bout de règle n° 3 provenant du grand bloc), c'est-à-dire sur 97,0615 platine et iridium, 87,6795 de platine et 9,382 d'iridium, on aura sur 10gr,787 platine et iridium :

Platine...	gr 9,744,3 =	360,0	= platine en excès..	360
		9,384,3	= platine iridié à $\frac{10}{100}$.	10,427
Iridium ..	1,042,7 =	1,042,7		
	10,787			10,787

On aura donc :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	mgr		
Platine en excès.....	360	21,49	0,0168
Rhodium avec palladium.	22	12,5	0,0017
Ruthénium.....	158	12,29	0,0129
Cuivre.....	9	8,9	0,0010
Fer.....	67	7,89	0,0085
	616		0,0409
Poids total.....	11,043	21,075	0,5240
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	10,427	:	0,4831 = 21,584

7. Copeaux venant du bloc n° 35.

Moyenne des deux analyses.

Platine...	gr 88,493 =	9,293	= platine en excès...	9,293
		79,200	= platine iridié à $\frac{10}{100}$..	88,000
Iridium ..	8,800 =	8,800		
	97,293			97,293

On aura donc :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	gr		
Platine en excès.....	9,293	21,49	0,4324
Rhodium.....	0,300	12,50	0,0240
Palladium.....	0,060	11,76	0,0051
Ruthénium.....	1,452	12,29	0,1181
Cuivre.....	0,160	8,9	0,0180
Fer.....	0,735	7,89	0,0932
	12,000		0,6908
Poids total.....	100,000	21,074	4,7452
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	88,000	:	4,0544 = 21,705

8. Disque de platine iridié préparé par M. Deville en 1875.

Platine....	89,91 =	0,54	= Platine en excès....	0,54
		89,37	= Platine iridié à $\frac{10}{100}$...	99,30
Iridium ...	9,93 =	9,93		
	99,84			99,84

En admettant que la perte a été en matière du lingot, on trouve :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	gr		
Platine en excès.....	0,54	21,49	0,0251
Rhodium.....	0,05	12,50	0,0040
Ruthénium.....	0,01	12,29	0,0009
Poids total après déduction	0,60		0,0300
de la perte.....	99,90	21,547	4,6364
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	99,30	:	4,6064 = 21,557

Si l'on suppose que la perte a porté sur des matières légères de densité 8, on aura :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	gr		
Platine en excès.....	0,54	21,49	0,0251
Rhodium.....	0,05	12,50	0,0040
Ruthénium.....	0,01	12,29	0,0009
Perte.....	0,10	8	0,0125
	0,70		0,0425
Poids total.....	100,00	21,547	4,6410
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	99,30	:	4,5985 = 21,594

9. Disque en platine iridié préparé par MM. Deville et Stas en 1877.

Platine...	4496,99 =	24,0	= Platine en excès...	0,59
		4478,4	= Platine iridié à $\frac{10}{100}$.	4996,0
Iridium...	499,6 =	499,6		
	4996,59			4996,59

En admettant que la perte a été en matière du lingot, on trouve :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	mgr		
Platine en excès.....	0,59	21,49	0,02
Rhodium.....	0,32	12,5	0,03
Poids total après déduction	0,91		0,05
de la perte.....	4996,91	21,539	231,99
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	4996,00	:	231,94 = 21,540

Si l'on suppose que la perte a porté sur des matières légères de densité 8, on aura :

	Poids. mgr	Poids spécifique.	Volume.
Platine en excès.....	0,59	21,49	0,02
Rhodium.....	0,32	12,5	0,03
Perte.....	3,09	8	0,39
	4,00		0,44
Poids total.....	5000,00	21,539	232,14
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	4996,00	:	231,70 = 21,562

10. Règle géodésique de M. Matthey; moyenne des deux analyses :

Platine....	89,41 =	89,410	= Platine iridié à $\frac{10}{100}$...	99,344
Iridium...	10,19 =	9,934		
		0,256	= Iridium en excès.....	0,256
	99,60			90,600

En admettant que la perte a été en matière de la règle, on a :

	Poids. mgr	Poids spécifique.	Volume.
Iridium en excès.....	0,256	22,38	0,0114
Rhodium.....	0,17	12,50	0,0136
Ruthénium.....	0,10	12,29	0,0081
Fer.....	0,06	7,89	0,0076
Poids total après déduction	0,586		0,0407
de la perte.....	99,930	21,507	4,6464
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	99,344	:	4,6057 = 21,570

Si l'on suppose que la perte a été en matières légères, on trouve :

	Poids. mgr	Poids spécifique.	Valeur.
Iridium en excès.....	0,256	22,38	0,0114
Rhodium.....	0,17	12,50	0,0136
Ruthénium.....	0,10	12,29	0,0081
Fer.....	0,06	7,89	0,0076
Perte.....	0,07	8	0,0088
	0,656		0,0495
Poids total.....	100,000	21,507	8,6497
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	99,344	:	4,6002 = 21,596

13. Bout de règle n° 3, provenant du grand bloc; moyenne des analyses I et II.

Platine...	87,679 =	3,241	= Platine en excès....	3,241
		84,438	= Platine iridié à $\frac{10}{100}$..	93,820
Iridium..	9,382 =	9,382		
	97,061			97,061

On a donc :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	gr		
Platine en excès.....	3,241	21,49	0,1508
Rhodium.....	0,510	12,50	0,0408
Palladium.....	0,060	11,76	0,0051
Ruthénium.....	1,439	12,29	0,1171
Cuivre.....	0,160	8,9	0,0180
Fer.....	0,773	7,89	0,0980
	6,183		0,4298
Poids total.....	100,003	21,083	4,7433
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	93,820	:	4,3135 = 21,750

14. Bout de règle n° 6, provenant des dernières fontes; moyenne des analyses I et II :

Platine...	87,732 =	2,331	= Platine en excès....	2,331
		85,401	= Platine iridié à $\frac{10}{100}$..	94,890
Iridium..	9,489 =	9,489		
	97,221			97,221

On a donc :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
	gr		
Platine en excès.....	2,331	21,49	0,1085
Rhodium.....	0,340	12,50	0,0272
Palladium.....	0,110	11,76	0,0094
Ruthénium.....	1,334	12,29	0,1085
Cuivre.....	0,240	8,9	0,0270
Fer.....	0,856	7,89	0,1085
	5,211		0,3891
Poids total.....	100,101	21,016	4,7631
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.....	94,890	:	4,3740 = 21,691

En récapitulant, nous trouvons donc, pour le poids spécifique du platine iridié à 10 pour 100 pur, corrigé d'après les analyses, les valeurs suivantes :

4.	Règle provisoire n° 1, 21,424 ou 21,551, moyenne...	21,488
5.	Règle provisoire n° 3, 21,440 ou 21,526, moyenne...	21,483
6.	Bout de règle provenant du grand bloc.....	1,584
7.	Copeaux provenant du bloc n° 35.....	21,705
8.	Disque de M. Deville, 1875, 21,557 ou 21,594, moy.	21,575
9.	Disque de MM. Deville et Stas, 1878 : 21,540 et 21,562, m.	21,551
10.	Règle géodésique de M. Matthey, 21,570 ou 21,596, moy.	21,583
13.	Bout de règle n° 3.....	21,750
14.	Bout de règle n° 6.....	21,694

En ce qui concerne les n°s 4 et 5, il est probable que les analyses faites en 1873, qui ont fourni ces résultats, n'ont pas été bien complètes.

Les valeurs correspondant aux numéros 6, 8, 9 et 10, sont très-concordantes, et donnent, en moyenne, le poids spécifique.. 21,573

D'autre part, les résultats 7, 13 et 14 sont aussi bien concordants, et donnent, en moyenne, le poids spécifique..... 21,716

La différence 0,143, qui existe entre les deux valeurs précédentes, est trop grande pour pouvoir être attribuée à des erreurs dans les pesées ou les analyses chimiques. On ne peut guère l'expliquer qu'en supposant que le forgeage avait produit, dans les règles du Conservatoire, un écrouissage plus énergique que celui qu'avait subi la règle géodésique de M. Matthey, ou qu'avait donné aux disques le grand balancier de la Monnaie ; on pourrait supposer aussi qu'une partie des matières étrangères, qui s'y trouvaient en plus grande abondance, étaient comme dissoutes dans le platine iridié, sans augmentation de volume.

Les densités 21,49 du platine pur et 22,38 de l'iridium pur donneraient pour l'alliage à 10 pour 100 :

	Poids.	Poids spécifique.	Volume.
Platine.....	90	21,49	4,1880
Iridium.....	10	22,38	0,4468
Platine iridié à $\frac{10}{100}$...	100		4,6348 = 21,576

Cette valeur du poids spécifique concorde parfaitement avec la moyenne tirée des n°s 6, 8, 9 et 10.

Il est donc probable que, pour l'alliage pur, aucune contraction ne s'est produite.

J'admets donc, pour le platine iridié à 10 pour 100 pur, le poids spécifique 21,58

Tableau résumé des coefficients de dilatation.

1. Platine iridié, préparé par M. Deville en 1867..... $\alpha = 10^{-8}(856,50 + 0,38t)$
2. Règle à rainures, préparée par M. Deville en 1870 : valeur moyenne.. $\alpha = 10^{-8}(847,40 + 0,4825t)$
3. Barreau de platine iridié à 10 p. 100, préparé par M. Deville en 1873... $\alpha = 10^{-8}(840,94 + 0,497t)$
5. Règle provisoire n° 3, non recuite.. $\alpha = 10^{-8}(846,60 + 0,42t)$
20. Moyenne des coefficients de dilatation des règles..... $\alpha = 10^{-8}(845,50 + 0,382t)$
21. Moyenne des deux échantillons du métal soumis à l'affinage..... $\alpha = 10^{-8}(844,39 + 0,398t)$

Les nos 5 et 20 seulement ont été soumis à l'analyse; ce sont malheureusement les plus impurs; j'ai calculé ci-dessus les volumes des éléments qui les composent. Je prends, comme coefficient de dilatation du platine pur en excès, la moyenne de ceux qui ont été trouvés plus haut; l'incertitude qui porte sur la valeur de ce coefficient n'aura qu'une faible influence, à cause de la petite quantité de ce platine en excès. Nous aurons donc :

5. Règle provisoire n° 3.

	Volume.	Coefficient de dilatation.	Produit.
Platine en excès...	0,533	$(866,7+0,43t)$	$461,95 + 0,229t$
Palladium.....	0,382	$(1123 + 0,66t)$	$428,99 + 0,252t$
Rhodium.....	0,440	$(818 + 0,40t)$	$359,92 + 0,176t$
Cuivre.....	1,348	$(1596 + 1,02t)$	$2151,41 + 1,375t$
	2,703		$3402,27 + 2,012t$
Volume total.....	403,805	$(846,6+0,42t)$	$341861,31 + 169,598t$
Platine iridié à $\frac{10}{100}$.	401,102	:	$338459,31 + 167,566t$

donc

$$\alpha = 10^{-8}(843,824 + 0,4178t).$$

20. *Règles du Conservatoire.* — En supposant que la composition moyenne des règles, dont M. Fizeau a déterminé les coefficients de dilatation, est la même que celle du n° 13 (bout de règle n° 3), on trouvera :

	Volume.	Coefficient de dilatation.	Produit.
Platine en excès...	0,1508	(866,7+0,43 t)	130,698+0,0648t
Rhodium.....	0,0408	(818 +0,40 t)	33,374+0,0163t
Palladium.....	0,0051	(1123 +0,66 t)	5,727+0,0034t
Ruthénium.....	0,1171	(731 +0,45 t)	85,600+0,0527t
Cuivre.....	0,0180	(1596 +1,02 t)	28,728+0,0184t
Fer.....	0,0978	(1006,2+0,685t)	98,406+0,0670t
	0,4296		382,606+0,2226t
Volume total....	4,7433	(845,5+0,38 t)	4010,460+1,8025t
	4,3137		3627,854+1,5799t

donc $$\alpha = 10^{-8}(841,008 + 0,3662\,t).$$

Ces deux coefficients sont assez concordants, et donnent en moyenne :

Coefficient de dilatation du platine iridié à 10 pour 100 :

$$\alpha = 10^{-8}(842,4 + 0,392t),$$

valeur assez rapprochée de celle qu'a fournie le barreau de platine iridié préparé par M. Deville en 1873.

Dans ces derniers calculs, on n'a fait usage ni de la densité, ni du coefficient de dilatation de l'iridium, et l'incertitude qui peut exister encore sur le coefficient de dilatation du platine pur n'a qu'une influence tout à fait insensible sur les chiffres définitifs.

Cherchons maintenant quel doit être le coefficient de dilatation du platine pur, en partant du coefficient du platine iridié à 10 pour 100

$$\alpha = 10^{-8}(842,4 + 0,392t),$$

et du coefficient de l'iridium pur

$$\alpha = 10^{-8}(645,5 + 0,47t).$$

On a

	Volume.	Coefficient de dilatation.	Produit.
Plat. iridié..	100:21,58=4,6339	(842,4+0,392t)	3903,60+1,816t
Iridium....	10:22,38=0,4468	(645,5+0,47 t)	288,41+0,210t
Platine pur.	4,1871	α	3615,19+1,606t

donc $$\alpha = 10^{-8}(863,41 + 0,384t),$$

valeur intermédiaire entre celles qu'a trouvées M. Fizeau :

1. $\alpha = 10^{-8}(867,85 + 0,39t)$,
2. $\alpha = 10^{-8}(863,1 + 0,53t)$,
4. $\alpha = 10^{-8}(869,21 + 0,37t)$.

Résumé des poids spécifiques et des coefficients de dilatation du platine et des métaux qui l'accompagnent.

MÉTAUX PURS.	POIDS spécifiques.	COEFFICIENT DE DILATATION de zéro à t degrés.	D'APRÈS LES OBSERVATIONS de M. Fizeau.
Platine.....	21,49	$\alpha = 10^{-6}(863,4 + 0,384t)$	Novembre 1867. $10^{-6}(867,85 + 0,39t)$. 18 avril 1873. $10^{-6}(863,1 + 0,53t)$. 30 juin 1876. $10^{-6}(869,21 + 0,37t)$.
Iridium.....	22,38	$\alpha = 10^{-6}(645,5 + 0,470t)$	
Rhodium....	12,50	$\alpha = 10^{-6}(818,0 + 0,405t)$	
Palladium...	11,76	$\alpha = 10^{-6}(1123,2 + 0,660t)$	
Ruthénium..	12,29	$\alpha = 10^{-6}(731,3 + 0,450t)$	
Osmium....	22,45	$\alpha = 10^{-6}(569,8 + 1,090t)$	
Platine iridié à 10 p. 100.	21,58	$\alpha = 10^{-6}(842,4 + 0,392t)$	4 avril 1873. Barreau de platine iridié à 10 p. 100, préparé par M. Deville. Densité 21,42. $\alpha = 10^{-6}(840,94 + 0,497t)$.

Comparaison des résultats de l'analyse faite par MM. Deville et Stas sur le bout de règle n° 3, présenté aux délégués du Comité international des Poids et Mesures en 1877, avec les observations de M. Fizeau sur les coefficients de dilatation de différentes règles.

ÉLÉMENTS.	POIDS.	POIDS spécifiques	VALEUR à zéro.	COEFFICIENT de dilatation (de zéro à t degrés.)	PRODUITS.
Platine.....	87,679	21,49	4,0800	$863,4 + 0,384t$	$3522,7 + 1,567t$
Iridium.....	9,382	22,38	0,4192	$645,5 + 0,470t$	$270,6 + 0,197t$
Rhodium.....	0,510	12,50	0,0408	$818,0 + 0,405t$	$33,4 + 0,017t$
Palladium.....	0,060	11,76	0,0051	$1123,2 + 0,660t$	$5,7 + 0,003t$
Ruthénium.....	1,439	12,29	0,1172	$731,3 + 0,450t$	$85,6 + 0,053t$
Cuivre.....	0,160	8,9	0,0180	$1596,0 + 1,020t$	$28,7 + 0,018t$
Fer.....	0,773	7,89	0,0980	$1006,2 + 0,685t$	$98,6 + 0,067t$
Bout de règle...	100,003		4,7782		$4045,3 + 1,922t$

De là on tire, pour le bout de règle n° 3.

$$\alpha = 10^{-8}\ 846,6 + 0,402.t,$$

valeur qui tombe bien entre les coefficients de dilatation des différentes règles du n° 20, qui sont, d'après M. Fizeau :

24 novembre	1874 :	$\alpha = 10^{-8}\ 842,92 + 0,398.t$.
28 novembre	1874 :	$\alpha = 10^{-8}\ 851,15 + 0,3185.t$.
16 décembre	1874 :	$\alpha = 10^{-8}\ 844,97 + 0,3835.t$.
7 janvier	1875 :	$\alpha = 10^{-8}\ 839,69 + 0,4635.t$.
9 janvier	1875 :	$\alpha = 10^{-8}\ 847,9 + 0,348.t$.

Il est à désirer que de nouvelles observations, pour déterminer les coefficients de dilatation, soient faites sur du platine et sur du platine iridié très-purs, et dont la composition exacte ait été déterminée par l'analyse, par exemple sur l'un des disques de platine pur préparés par M. Matthey en 1877, et sur la règle géodésique de M. Matthey, ainsi que sur de l'iridium pur, dont on déterminera en même temps la densité ainsi que la composition chimique.

Dr O. J. Broch.

Christiania, 11 décembre 1877.

ANNEXE N° IV.

SECONDE NOTE

SUR

LES RÉSULTATS OBTENUS PAR LE SYSTÈME INTRODUIT DANS LE BUREAU DES POIDS ET MESURES DE BERLIN

POUR PRODUIRE ET MAINTENIR

CERTAINES TEMPÉRATURES DANS LES SALLES D'OBSERVATION;

PAR W. FOERSTER.

ANNEXE N° IV.

Seconde Note sur les résultats obtenus par le système introduit dans le Bureau des poids et mesures de Berlin pour produire et maintenir certaines températures dans les salles d'observation.

Pour faire suite à la Notice que j'ai publiée dans le premier volume des Procès-Verbaux du Comité international (*voir* p. 128-134), je prends la liberté de communiquer ici encore quelques résultats sur la constance des températures, réalisée dans les salles de notre Bureau des poids et mesures.

Qu'on me permette d'abord de remarquer que, si les comparaisons dont il sera question ici sont toutes faites dans l'air, il n'y a nulle intention de s'en servir pour prouver que les comparaisons dans l'air valent mieux ou seulement qu'elles valent autant que les comparaisons dans un liquide ; cette importante question doit, suivant nous, être décidée par de nombreuses autres recherches, soit expérimentales, soit théoriques. En tout cas, les adversaires des comparaisons dans l'air ne contesteront pas qu'il y a des circonstances où il faut nécessairement recourir à ces comparaisons, lorsque, par exemple, les dimensions ou les formes des étalons et, par conséquent, la disposition et les dimensions du comparateur rendraient la comparaison dans un liquide fort malaisée, sinon impossible.

C'est ce qui arrive, par exemple, pour la comparaison des règles de l'appareil de base de Bessel avec la toise. De pareilles comparaisons ont été exécutées, entre autres, au printemps de 1877, sur notre grand comparateur de Repsold, avec le concours des fonctionnaires du Bureau des poids et mesures, par les officiers de la triangulation prussienne, sous la direction de M. le major Schreiber.

L'arrangement était tel que, par un mouvement longitudinal sur des rails en fer, on comparait successivement chaque moitié d'une règle de base (qui a 2 toises de longueur) à une copie de la toise de Bessel, laquelle restait immobile sur le comparateur; cette comparaison s'obtenait, à l'aide de pièces de contact portant des divisions, et en pointant alternativement deux microscopes, mobiles transversalement sur un chariot, tantôt sur un bout de la toise, tantôt sur un des couteaux terminaux de la règle ou sur le trait auxiliaire tracé au milieu de cette règle.

On déterminait la température de la toise au moyen de deux thermomètres à mercure posés sur l'étalon. On sait que la température des règles de Bessel se détermine par un thermomètre métallique, formé par une règle en zinc parallèle à celle de fer et fixée à l'une de ses extrémités; on fait la mesure au moyen d'un coin micrométrique (en verre) qu'on fait glisser entre les couteaux terminaux libres des deux règles en fer et en zinc. Du reste, pour avoir un contrôle, on plaçait des thermomètres à mercure également sur la règle de base, comme il sera dit ultérieurement.

La lecture de tous ces thermomètres se faisait au moyen de petites lunettes placées à côté des microscopes.

On comprend sans difficulté que tout cet arrangement, la comparaison alternative des deux moitiés et du milieu d'une règle avec la toise, la lecture des nombreux thermomètres, l'introduction et la lecture des coins micrométriques, enfin la répétition symétrique de toutes ces opérations et les grands soins qu'il fallait apporter aux mouvements longitudinaux et transversaux, tout cela devait exiger un temps assez considérable et nécessitait le concours d'un personnel plus nombreux que dans les comparaisons ordinaires. En effet, outre les deux observateurs proprement dits, il fallait encore un secrétaire, et un aide-mécanicien chargé de surveiller les mouvements; il y avait donc dans le local, pendant l'opération, quatre personnes, dont le secrétaire, il est vrai, se tenait assez loin du comparateur et le mécanicien ne s'approchait que de temps en temps des étalons, tandis que les deux observateurs étaient retenus continuellement auprès des microscopes.

Il va sans dire qu'on s'est efforcé de supprimer autant que possible le rayonnement direct des deux observateurs sur le comparateur et les règles par l'interposition d'écrans en bois, de sorte qu'on n'avait plus affaire qu'à l'effet calorifique général produit par les quatre personnes pendant le temps d'une heure et quart que duraient les observations.

Or cet effet a été si bien et si vite égalisé et réparti dans toute la salle, au moyen des parois métalliques dont les murs sont revêtus, que les nombreux thermomètres placés dans toutes les parties de la salle montraient le même mouvement de la température.

Avant d'avoir introduit les moyens destinés à compenser ces mouvements thermiques, voici quelle a été l'augmentation de la température produite ainsi par les quatre personnes pendant une heure et quart dans la salle dont le volume est de 315 mètres cubes.

Température moyenne de la salle.	Élévation de la température de l'air.	Élévation de la température des étalons.
+ 6°	+ 1°,0	+ 0°,6
+ 18	+ 0,9	+ 0,5
+ 22	+ 0,8	+ 0,4

Ces chiffres diffèrent un peu des données communiquées dans notre première Notice (*voir* p. 132); mais il faut remarquer que ces dernières n'avaient qu'un caractère approximatif; et du reste elles ne se rapportaient qu'à la présence et à l'effet non continu de deux personnes et à des températures voisines de 20 degrés.

Les variations que nous venons de citer étaient trop fortes pour permettre encore la supposition que les lectures thermométriques puissent indiquer avec une exactitude suffisante la vraie température moyenne des règles et de la toise, et que le mouvement thermique des étalons fût suffisamment d'accord avec celui de toute l'enceinte et des supports en particulier. On s'est donc décidé à compenser cet échauffement, produit par les observateurs au moyen d'une ventilation spéciale. On y est parvenu en faisant circuler derrière les parois de zinc, pendant toute la présence des observateurs, de l'air froid qui y était chassé par des ventilateurs.

Quelques essais ont suffi pour déterminer la vitesse et la température des masses d'air froid qui étaient nécessaires pour ôter, à travers les parois métalliques, à l'air de la salle précisément la quantité de chaleur dont les corps des observateurs tendaient à faire monter la température de la salle.

Les tableaux A et C ci-joints feront voir jusqu'à quel point on a réussi à produire cette compensation; les entêtes des tableaux nous dispenseront de toute autre explication.

Il résulte des chiffres de la colonne 2 du tableau A que, dans la pre-

mière série d'expériences, du 12 avril, les thermomètres placés sur la toise n'ont pas varié pendant tout le temps d'observation ; pour la seconde série du 12 avril on constate une compensation légèrement trop forte, puisque la température a baissé un peu pendant les mesures ; enfin, le 13 avril, la compensation a été légèrement trop faible.

Quant à l'exactitude des observations thermométriques, nous croyons que les lectures étaient sûres à 0°,01 près ; nous mentionnons, à cette occasion, que les boules des thermomètres étaient logées dans de petits réservoirs en fer remplis de mercure, lesquels reposaient eux-mêmes, avec des surfaces bien lisses, d'au moins 3 à 4 centimètres carrés, sur la surface plane des étalons.

Pour revenir aux tableaux, on remarquera que les quatre thermomètres qui étaient placés, soit aux extrémités, soit vers le milieu de la règle géodésique de Bessel, ont montré, surtout le 13 avril, des variations un peu plus considérables. Cela s'explique par le fait que, d'après l'arrangement du comparateur, cette règle se trouvait la plus rapprochée des observateurs ; il paraît donc que les écrans qui devaient intercepter l'effet du rayonnement des observateurs n'étaient pas encore suffisants. Par contre, dans des séries ultérieures que nous avons exécutées en automne 1877, nous avons réussi à obtenir, pour la règle géodésique, la même constance de température que pour la toise (*voir* tableau C, sept. 17, 19, 20.)

Cependant, même pour la règle géodésique, l'amplitude des variations de température, pendant la durée d'observation, est peu considérable et ces variations restent dans des limites parfaitement acceptables ; on peut s'en convaincre par la correspondance complète que l'on trouve entre le mouvement des thermomètres à mercure indiqué dans la troisième colonne du tableau A et le mouvement des thermomètres métalliques de la règle noté dans la quatrième colonne du même tableau. En effet, les lectures du thermomètre métallique, transformées par le coefficient bien connu en degrés centigrades, présentent tout à fait la même marche que celle des thermomètres à mercure qui étaient placés sur la règle, et cela même le 13 avril, où l'amplitude était cependant assez considérable.

On peut en conclure que la température a été, pendant l'observation, assez constante pour qu'on puisse envisager la distribution de la température à la surface et à l'intérieur des règles comme suffisamment uniforme, et pour qu'on soit justifié à juger de la température réelle et moyenne des règles métalliques, d'après les indications des thermomètres superficiels.

Il ne sera pas sans intérêt d'examiner la marche relative des ther-

mètres à mercure et du thermomètre métallique dans quelques séries où l'on n'avait pas encore réussi à compenser complétement l'effet réchauffant des corps des observateurs. On la trouvera consignée dans le tableau B; on y verra que dans la première série, avec une température moyenne de + 7°, les thermomètres à mercure placés sur la toise montrent une amplitude de 0°,03 seulement plus faible que la marche du thermomètre métallique, tandis que, pour les thermomètres placés sur la règle géodésique même, l'amplitude a été en moyenne de 0°,07 plus grande.

Dans la seconde série au contraire, avec une température moyenne de + 19°, cette dernière différence a diminué jusqu'à 0°,05, tandis qu'ici les thermomètres placés sur la toise ont montré une amplitude en moyenne de 0°,20 plus faible que celle du thermomètre métallique de la règle géodésique.

On ne peut donc pas méconnaître que, si l'on néglige de compenser l'échauffement produit par les observateurs, il peut se produire, pour les comparaisons dans l'air, des irrégularités et des variations d'indication notables chez différents thermomètres différemment placés. Il est évident que, si l'on parvient à réaliser une correspondance parfaite entre ces thermomètres et qu'en outre l'amplitude de leur marche est faible, on peut, avec bien plus de sûreté, identifier les indications des thermomètres avec la vraie température des règles et des masses métalliques auxquelles on a à faire.

Nous croyons devoir insister sur l'accord remarquable des variations montrées par les quatre thermomètres placés sur la règle géodésique, tel qu'il résulte des chiffres des dernières colonnes 5 à 8 du tableau A; on y reconnaît jusqu'à quel point la distribution de la température dans toutes les parties de la salle a été uniforme pendant ces séries, et avec quelle régularité les changements lents de la température se sont opérés dans l'air et dans les étalons métalliques.

Le tableau C contient, groupés de la même manière que dans le tableau A, les résultats obtenus en automne 1877, avec une température extérieure de +11° et une température moyenne de la salle de +16°, lors d'une comparaison de deux doubles toises russes avec une copie de la toise de Bessel. La constance des indications thermométriques pendant cette opération a été tellement parfaite qu'on pouvait à peine l'espérer.

Berlin, le 6 novembre 1877.

FOERSTER.

Tableau A.

Date et heure. 1877.	Écart de la moyenne de deux thermom. placés sur la règle avec la moy. générale	Écart de la moyenne de deux ou quatre thermom. placés sur la règle géodésiq. avec la moy. générale	Écart des indicat. du thermom. métall. de la règle géodésiq. avec la moy. générale	Écarts des quatre thermomètres placés sur la règle géodésique avec leur moyenne générale. Thermo. au bout gauche de la règle.	Deux thermomèt. près du milieu de la règle		Thermo. au bout droit de la règle
1	2	3	4	5	6	7	8
Avril 12.							
h m	°	°	°	°	°		
10.1½	0.00	—0.02	—0.0½	—0,02	—0,02		
10.25	0.00	—0.02	—0.01	—0,02	—0,03	—0,03	—0,02
10.36	0.00	—0,02	+0,01	—0,02	—0,03	—0,01	—0,02
10.46	0.00	0.00	+0.01	0,00	0,00	0,00	—0,01
10.56	0.00	+0.01	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
11. 5	0.00	+0,03	+0,03	+0,03	+0,0½	+0,03	+0,03
11.15	0.00	—0,0½		+0,0½	+0,06	+0,03	+0,0½
Avril 12.							
h m							
5.39	+0,03	—0,01	+0,01	—0,02	0,00		
5.48	+0.03	—0,01	—0,01	—0,02	0,00	0,00	—0,01
5.56	+0,01	—0,01	—0,01	—0,01	0,00	—0,01	—0,02
6. 4	0.00	—0,01	—0,01	0,00	0,00	—0,01	—0,01
6.14	—0,02	0.00	0,00	+0,01	0,00	0,00	0,00
6.24	—0,02	+0,02	+0,02	+0,02	0,00	0,00	+0,03
6.33	—0,03	+0,02		+0,0½	+0,01	+0,01	+0,0½
Avril 13.							
h m							
5.37	—0,01	—0,10	—0,10	—0,09	—0,11		
5.47	—0,01	—0,09	—0,08	—0,08	—0,09	—0,09	—0,11
5.55	—0,01	—0,07	—0,05	—0,06	—0,06	—0,06	—0,09
6. 4	—0,01	—0,03	—0,01	—0,03	—0,0½	—0,02	—0,0½
6.13	—0,01	0,00	+0,03	0,00	—0,01	+0,01	0,00
6.23	0,00	+0,0½	+0,0½	+0,03	+0,03	+0,0½	+0,05
6.34	+0,01	+0,07	+0,07	+0,06	+0,07	+0,07	+0,09
6.44	+0,03	+0,10	+0,10	+0,10	+0,09	+0,09	+0,12
6.54	+0,05	+0,11		+0,12	+0,11	+0,10	+0,12

Tableau B.

Montrant l'influence de la chaleur du corps des observateurs sur les thermomètres, en l'absence d'une compensation artificielle par ventilation.

DATE 1877.		INTERVALLE de temps.	TOISE. Thermomètre à mercure.	RÈGLE GÉODÉSIQUE N° 1. Thermomètre à mercure.	Thermomètre métallique.	TEMPÉRATURE moyenne d'observation.
1		2	3	4	5	6
		h m	°	°	°	°
Mars	23	en 1.49	+0,62	+0,78	+0,66	+ 6,5
»	24	2.13	+0,62	+0,72	+0,68	+ 6,5
»	26	1 8	+0,59	+0,66	+0,60	+ 6,5
»	27	1 50	+0,95	+1,11	+0,97	+ 7,1
»	28	1.26	+0,64	+0,67	+0,66	+ 8,1
Avril	6	1.14	+0,23	+0,44	+0,40	+22,0
»	9	1.13	+0,30	+0,59	+0,52	+18,3
»	9	1. 7	+0,17	+0,50	+0,44	+18,6
»	10	0.57	+0,20	+0,37	+0,36	+17,9

Tableau C.

Date et heure 1877.	Écart de la moyenne de deux thermom. placés sur la règle avec la moyenne générale.	Écart de la moyenne des quatre thermom. placés sur la règle avec la moyenne générale.	Écart des quatre thermomètres placés sur la règle avec leur moyenne générale. Thermom. au bout gauche de la règle	Deux thermomètres près du milieu de la règle.		Thermom. au bout droit de la règle.
1	2	3	4	5	6	7
Sept. 17.						
h m	°	°	°	°	°	°
8.57	—0.02	—0.03	—0,03	—0,01	—0,01	+0,03
9.19	—0.02	—0.04	—0,06	—0,03	+0,06	+0,03
9.30	—0.02					
10. 5	—0.01	0,00	—0.01	0,00	0,00	+0,01
10.16	0.00	0.00	—0.01	0,00	—0,01	—0,01
10.30	—0.01	—0.02	—0,05	—0,02	—0,01	—0,01
10.44	—0.02	—0.03	—0,04	—0,02	—0,02	—0,04
10.57	—0.04					
Sept. 19.						
h m						
8.30	0.00	—0.02	—0,01	—0,04		—0,01
8.44	0.00	—0,01	—0.01	—0,01		—0,01
8.55	0,00	0,00	0,00	+0,00		—0,01
9. 6	0.00	0.00	0,00	+0,01		0,00
9.16	0.00	+0,01	0.00	+0,02		+0,01
9.28	0,00	+0,02	—0,01	+0,04		+0,03
9.40	—0,01					
Sept. 20.						
h m						
9.34	+0,01	0,00	+0,01	0,00	0,00	0,00
9.46	+0,01	0,00	+0,01	0,00	0,00	0,00
9.58	+0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10. 9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10.18	0,00	0,00	—0,01	0,00	0,00	0,00
10.28	—0,01	0,00	—0,01	0,00	0,00	0,00
10.38	—0,01					

ANNEXE N° V.

DE L'INFLUENCE DE LA MISE AU FOYER

SUR LA VALEUR DU MICROMÈTRE D'UN MICROSCOPE;

PAR A. HIRSCH.

ANNEXE N° V.

De l'influence de la mise au foyer sur la valeur du micromètre d'un microscope.

Dans la séance du 5 mai 1876, le Comité international a décidé que les prototypes des mètres devaient être munis de deux traits auxiliaires placés des deux côtés des traits principaux à une distance de $0^{mm},4$ à $0^{mm},5$, et devant servir à contrôler la distance des traits aux objectifs des microscopes, et par conséquent la valeur des micromètres. L'avantage ou du moins la nécessité d'un pareil arrangement a rencontré des doutes qu'il paraît utile de dissiper par des expériences spéciales.

Nous laisserons de côté l'objection tirée de la crainte que le grand nombre des traits à tracer userait le tracelet au point de ne pas pouvoir les faire tous avec le même tracelet, comme cela serait désirable dans l'intérêt de leur parfaite égalité. En effet, des hommes techniques compétents n'envisagent nullement comme impossible de tracer 240 traits avec un même tracelet en diamant. L'autre objection que le pointage des traits auxiliaires augmenterait inutilement le travail de comparaison et de calcul tombe également devant la considération que l'augmentation du travail, s'il y en a (car il faut également multiplier les pointés), est largement compensée par une plus grande exactitude et certitude des résultats.

Par contre, il nous a semblé utile et intéressant de déterminer directement par expérience les variations de la valeur d'un micromètre semblable à ceux dont nous nous servirons dans le Bureau international, et correspondant aux variations inévitables de la mise au foyer.

Je me suis donc proposé de faire une série d'expériences avec un microscope micrométrique approprié de façon à pouvoir, à la fois, mesurer les changements de la distance de l'objet pour chaque mise au foyer, et les intervalles de trois traits distants de $0^{mm},4$ environ, qui correspondent à chacune de ces mises au foyer.

Bien que l'emploi de l'oculaire mobile pour nos microscopes ne me semble contesté par personne, j'ai cru utile d'observer l'effet de la mise au foyer sur la valeur du micromètre aussi bien avec l'oculaire fixe qu'avec l'oculaire mobile.

Enfin il importait d'étudier cette influence, tant pour les observations dans l'air que pour celles faites dans la glycérine.

Pour exécuter ces séries d'expériences, je me suis adressé à l'atelier de construction de Plainpalais, à Genève, dont le directeur, M. Turrettini, a bien voulu mettre à ma disposition un des microscopes micrométriques de l'altazimut de mon collègue M. Plantamour, ce bel instrument, construit récemment dans les ateliers de Genève, se trouvant justement démonté pour y apporter quelques modifications. Ce microscope a un grossissement de l'objectif de 9,75 avec un oculaire grossissant sept fois, de sorte que le grossissement total se trouvait être de 68. Par un arrangement assez simple, M. Schmittgen, chef d'atelier, a rendu l'oculaire du microscope mobile. Comme objet, on avait préparé, sur ma demande, une plaque d'argent sur laquelle on avait tracé quatre (au lieu de trois que j'avais demandé) traits fins à $0^{mm},4$ de distance.

Enfin, pour pouvoir mesurer les variations de la mise au foyer, on a installé cette plaque, logée dans une cuvette qu'on pouvait remplir à volonté de glycérine, sur l'appareil qui sert, dans l'atelier, à examiner et à déterminer les valeurs des niveaux de précision. C'est une barre de fer solide et solidement montée, mobile autour d'une de ses extrémités au moyen d'une vis micrométrique placée à l'autre extrémité. Cette vis a un tambour divisé en 100 parties, dont chacune représente une valeur angulaire de $0^{\prime\prime},979$; par conséquent, comme je plaçais la plaque à 1 mètre de distance de l'axe de rotation de la barre, une partie de la division correspondait à une élévation ou à un abaissement de $0^{mm},00474$.

Cette installation terminée, je me suis rendu à Genève le 26 octobre, pour y faire, du 27 au 29 octobre, plusieurs séries d'observations. Voici comment je procédais :

Je mettais au foyer, en me guidant autant d'après la netteté de l'image que d'après la parallaxe, et je notais l'indication du tambour de la vis d'élévation; ensuite je pointais, toujours cinq fois consécutivement, chacun des trois premiers traits (le quatrième, de

voulais pas me servir, fut marqué d'un signe pour ne pas se tromper).

L'ensemble de ces quinze pointés constituait une détermination. Alors je recommençais à mettre de nouveau au foyer, je notais la partie correspondante de la vis et je faisais de nouveau cinq pointés sur les trois traits. Je continuais ainsi jusqu'à obtenir une série de dix déterminations. J'ai fait quatre de ces séries, l'une avec l'oculaire fixe et dans l'air, l'autre avec le même oculaire mobile, également dans l'air; une troisième avec l'oculaire mobile et la plaque des traits plongée dans la glycérine, dont la couche recouvrante avait $3^{mm},9$ d'épaisseur; enfin une quatrième série dans les mêmes conditions, seulement sous une couche de glycérine de $8^{mm},5$ d'épaisseur. L'arrangement ne permettait pas de porter cette couche à l'épaisseur de plusieurs centimètres que l'on devra employer, au Bureau international, dans la comparaison des étalons.

Je mentionne encore que la lecture d'un thermomètre, au commencement et à la fin de chaque série, donnait l'assurance que la température n'avait varié que de quelques dixièmes de degré.

Comme il serait trop long de donner ici toutes ces observations telles quelles, je me bornerai, dans le tableau suivant, à communiquer pour ces quatre séries d'abord les lectures de la mise au foyer ainsi que les écarts de chacune d'elles avec leur moyenne; ensuite, pour les deux intervalles, formés par les trois traits, la valeur moyenne résultant des cinq pointés, ainsi que l'erreur moyenne de ces intervalles, conclue par l'accord des cinq pointés entre eux; j'ajoute, enfin, l'écart de chaque détermination des intervalles avec la moyenne de toute la série.

[illegible] AT F TER.		Ire INTERVALLE.			IIe INTERVALLE.		
	Écart	1er trait — 2e trait — Moyenne de 5 pointés	Erreur moyenne	Écart	1er trait — 2e trait — Moyenne de 5 pointés	Erreur moyenne	Écart.
I — *Oculaire fixe. — Observation dans l'air.*							
r [illegible]	r [illegible],2	p [illegible],[illegible]	p ±[illegible],14	p −0,25	p 395,02	p ±0,15	p −0,50
[illegible]	− [illegible],7	[illegible],18	0,26	−1,43	394,04	0,17	+0,48
[illegible]	− [illegible]	[illegible],[illegible]	0,40	−1,13	392,82	0,29	+1,70
[illegible]	− [illegible],8	[illegible],32	0,33	−0,29	393,98	0,19	+0,54
[illegible]	− 1,7	[illegible]	0,23	−0,41	394,90	0,16	−0,38
[illegible]	− [illegible],1	[illegible],58	0,30	−0,03	394,12	0,24	+0,40
[illegible]	− [illegible]	[illegible],98	0,26	−0,37	394,76	0,17	−0,24
[illegible]	− 0,3	[illegible],78	0,25	−0,17	394,48	0,18	+0,04
[illegible]	− [illegible],3	[illegible]	0,11	−0,35	395,58	0,34	−1,06
[illegible]	− [illegible],7	[illegible],78	0,36	−2,17	395,46	0,43	−0,94
Moy. [illegible],5	± 4,3	400,61	±0,27	±0,66	394,52	±0,23	±0,63
II. — *Oculaire mobile. — Observation dans l'air.*							
[illegible]	− 6,5	402,10	±0,46	−0,88	395,74	±0,39	−0,72
[illegible]	− 3,1	401,44	0,30	−0,22	395,78	0,30	−0,76
[illegible]	− 1,3	401,04	0,09	+0,18	394,92	0,12	+0,10
[illegible]	− 0,1	401,26	0,17	−0,04	394,98	0,24	+0,04
[illegible]	− 1,3	400,70	0,18	+0,52	395,26	0,17	−0,24
[illegible]	− 2,2	401,40	0,20	−0,18	395,22	0,18	−0,20
[illegible]	− 1,7	401,36	0,14	−0,14	395,30	0,14	−0,28
[illegible]	− 4,3	400,72	0,31	+0,50	394,44	0,17	+0,58
[illegible]	− 6,2	400,54	0,37	+0,68	393,96	0,22	+1,06
[illegible]	− 1,3	401,60	0,10	−0,38	394,64	0,16	+0,38
Moy. [illegible],5	± 2,9	401,22	±0,23	±0,37	395,02	±0,21	±0,44

MISE AU FOYER.		Ier INTERVALLE.			IIe INTERVALLE.		
	Écart.	2e trait. — 1er trait. — Moyenne de 5 pointés.	Erreur moyenne.	Écart	3e trait. — 2e trait. — Moyenne de 5 pointés.	Erreur moyenne.	Écart.
III. — *Oculaire mobile. — Observation sous une couche de glycérine de 3^mm,9.*							
71,0	+ 5,4	396,72	±0,17	+0,65	395,42	±0,19	+0,98
75,5	+ 0,9	397,24	0,24	+0,13	395,68	0,17	+0,72
77,9	— 1,5	397,24	0,25	+0,13	396,36	0,19	+0,04
80,7	— 4,3	397,70	0,24	—0,33	397,68	0,18	—1,28
74,2	+ 2,2	396,80	0,21	+0,57	396,24	0,21	+0,16
83,7	— 7,3	398,92	0,47	—1,55	397,24	0,40	—0,84
77,7	— 1,3	397,50	0,19	—0,13	396,74	0,14	—0,34
77,3	— 0,9	397,26	0,18	+0,11	396,78	0,19	—0,38
75,0	+ 1,4	397,14	0,17	+0,23	396,18	0,17	+0,22
71,0	+ 5,4	397,14	0,34	+0,23	395,64	0,18	+0,76
Moy. 76,4	± 3,1	397,37	±0,25	±0,41	396,40	±0,20	±0,57
IV (1). — *Oculaire mobile. — Observation sous une couche de glycérine de 8^mm,5.*							
58,9	+ 3,4	399,46	±0,16	+1,34	394,46	±0,18	+0,64
64,0	— 1,7	401,84	0,20	—1,04	395,18	0,21	—0,08
61,6	+ 0,7	400,78	0,21	+0,02	394,72	0,26	+0,38
61,8	+ 0,5	400,78	0,31	+0,02	394,92	0,26	+0,18
59,7	+ 2,6	401,18	0,16	—0,38	394,88	0,24	+0,22
61,1	+ 1,2	400,66	0,24	+0,14	394,94	0,21	+0,16
62,5	— 0,2	400,86	0,12	—0,01	395,04	0,25	+0,06
62,0	+ 0,3	399,36	0,18	+1,44	395,42	0,19	—0,32
68,8	— 6,5	402,26	0,44	—1,46	396,36	0,76	—1,26
Moy. 62,3	± 1,9	400,80	±0,25	±0,66	395,10	±0,28	±0,37

(1) Une des déterminations est manquée, parce que l'oculaire mobile a été forcé en buttant contre l'arrêt.

Je n'ai qu'à ajouter, pour l'explication de ces tabl INTERVALLE. leur notablement plus faible du premier intervalle dans la s'explique par le fait qu'en versant de la glycérine dans le vase retourné la plaque des traits dans la cuvette, de sorte que le quatrième trait a été pris pour le premier, ce dont je ne me suis aperçu qu'après coup; il s'ensuit que le deuxième intervalle est bien le même que dans les autres séries, tandis que le premier intervalle est celui compris entre les traits 3 et 4, et non pas, comme dans les autres séries, l'intervalle des traits 1 et 2. Ensuite la quatrième série ne contient que neuf déterminations, l'une d'elles ayant dû être exclue parce qu'en buttant, par mégarde, avec l'oculaire mobile contre un arrêt, on l'avait faussé; bien que je m'en aperçusse de suite, il était impossible de compléter la série par une dixième détermination, parce que la lumière du jour avait trop baissé, ce qui est, du reste, accusé par l'erreur d'observation exceptionnellement grande de la dernière détermination.

Nous allons maintenant examiner ces résultats et tâcher d'en tirer l'enseignement qu'ils comportent pour la question dont il s'agit.

Nous avouons d'abord que les limites entre lesquelles les mises au foyer ont varié sont plus faibles que nous ne nous y attendions; car, si l'on exprime, au moyen de la valeur de la vis ci-dessus indiquée, les chiffres du tableau en millimètres, on voit que l'écart moyen d'une mise au foyer d'avec la moyenne de la série est, pour les quatre séries respectivement : $\pm 0^{mm},020$; $\pm 0^{mm},014$; $\pm 0^{mm},015$; $\pm 0^{mm},009$; moyenne générale... : $\pm 0^{mm},015$.

Mais nous allons voir tout à l'heure qu'il importe aussi de fixer l'écart maximum de la mise au foyer ou les limites entre lesquelles on peut se tromper en mettant ainsi au foyer simplement suivant la netteté des images et la parallaxe. Or les valeurs extrêmes s'écartent dans chaque série respectivement de $0^{mm},051$, $0^{mm},031$, $0^{mm},035$, $0^{mm},031$, en moyenne des quatre de $0^{mm},037$, c'est-à-dire deux fois et demi de l'écart moyen, et au maximum de 5 centièmes de millimètre.

Cependant il nous semble que ces limites doivent varier considérablement avec les circonstances : d'abord avec la qualité optique des microscopes, ensuite avec la netteté et la finesse des traits, enfin et surtout avec la sensibilité de l'œil de l'observateur et sa facilité d'accommodation; et j'estime que, sous tous ces rapports, les conditions dans lesquelles j'ai fait ces expériences étaient exceptionnellement favorables; non-seulement le microscope dont je me servais était d'une perfection rare et les traits parfaits, mais je crois que la précision de la vue microscopique dépasse un peu la moyenne; aussi je ne serais pas surpris si, pour d'autres observateurs et d'autres microscopes,

...arts pour la mise au foyer se trouvaient être plus considérables. Il est à peine nécessaire de remarquer que les indications de la mise au foyer ne se rapportent pas aux mêmes tours de la vis pour les séries dans l'air et dans la glycérine; au contraire, il a fallu abaisser l'objet pour la première série dans la glycérine, de deux tours et demi, et encore de trois tours pour la seconde série, de sorte que 1 centimètre de couche recouvrante de glycérine correspond à une augmentation de 3 millimètres environ de la distance de l'objet à l'objectif, distance qui était dans l'air de $13^{mm},2$. Cela s'accorde avec l'indice de réfraction de la glycérine que M. Soret, de Genève, a bien voulu déterminer sur ma demande, et pour laquelle il a trouvé 1,469.

Nous allons examiner maintenant les variations qui correspondent à ces changements de foyer dans les valeurs du micromètre ou, ce qui revient au même, dans la valeur des intervalles des traits, exprimés en parties du micromètre.

Nous dirons d'abord que nous avons choisi pour ces intervalles des espaces de $0^{mm},4$ environ, parce qu'il ne suffit pas de tenir compte de l'effet de la dilatation qui comporte pour le platine iridié une variation de longueur de $0^{mm},264$; car on sait combien il est difficile, sinon impossible, d'ajuster les deux étalons à comparer toujours de façon que les deux traits soient des deux côtés exactement vis-à-vis l'un de l'autre; même abstraction faite de l'équation qui peut exister entre deux étalons, on doit donc s'attendre, la dilatation aidant, à devoir mesurer au micromètre des distances de $0^{mm},4$ ou même de $0^{mm},5$.

On voit, sans autre explication, qu'une partie de notre micromètre équivaut à peu près à un micron; en effet la valeur des deux intervalles mesurés s'exprime en moyenne des quatre séries par $397^{p},63$, ce qui donne $1^{p} = 0^{mm},001006$; et, comme il ne s'agit dans ces expériences nullement de déterminer exactement ces intervalles, mais d'apprécier les petites quantités des erreurs et variations ne dépassant pas quelques parties, la valeur linéaire donnée ci-dessus peut être envisagée comme plus que suffisamment exacte; aussi nous nous en servirons pour transformer, dans le résumé que nous allons donner tout à l'heure, les indications en microns.

Pour arriver à connaître les variations moyennes de ces intervalles correspondant aux variations de la mise au foyer, il ne suffirait pas de calculer, par les écarts donnés dans le tableau des observations, l'erreur moyenne d'une détermination, car ces écarts contiennent évidemment l'erreur d'observation proprement dite ; pour cette erreur on peut prendre raisonnablement l'erreur moyenne conclue de l'ac-

cord des cinq pointés des trois traits que nous avons faits pour chaque détermination, sans rien changer à l'ajustement. Nous envisagerons donc la valeur moyenne de ces erreurs des dix déterminations d'une série, telles qu'elles sont inscrites dans le tableau ci-dessus, comme erreur d'observation moyenne d'une détermination de la série. Elle est presque pour toutes les séries et les deux intervalles la même, ne variant qu'entre $0^{\mu},20$ et $0^{\mu},28$; sa valeur moyenne générale est de $0^{\mu},24$. On remarquera également qu'elle est presque la même pour l'oculaire fixe ($0^{\mu},25$) que pour l'oculaire mobile ($0^{\mu},24$) et qu'elle ne diffère pas non plus sensiblement pour les observations dans l'air ($0^{\mu},235$) et pour celles dans la glycérine ($0^{\mu},245$). J'ajoute que, partout où on la trouve un peu grande dans le tableau, il y a des causes spéciales inscrites dans le carnet d'observations ; ainsi, pour la dernière observation de la quatrième série, la lumière n'était plus suffisante et, pour la sixième observation de la troisième série, la glycérine n'était pas assez transparente, à cause de la poussière qui était abondante dans l'atelier où j'expérimentais ; il suffisait de l'ôter au moyen d'une feuille de papier pour rendre l'image de nouveau très-claire.

Ensuite j'ai calculé, d'après la formule ordinaire, l'erreur moyenne d'une détermination par les écarts des dix déterminations avec la moyenne de la série ; ces erreurs-là (elles sont inscrites dans le résumé suivant dans la colonne 5) sont en moyenne trois fois plus grandes que l'erreur d'observation ; variant entre $0^{\mu},48$ et $0^{\mu},98$, la moyenne générale est de $0^{\mu},72$.

Maintenant il est évident que, si l'on veut connaître la véritable variation du micromètre correspondant aux variations de la mise au foyer, il faudra retrancher de cette erreur (ε'), conclue de l'accord des dix déterminations, l'erreur d'observation (ε), de sorte que la variation V s'obtient par la formule $V = \pm\sqrt{\varepsilon'^2 - \varepsilon^2}$. On verra par le tableau suivant que la valeur moyenne de la variation du micromètre devient ainsi pour toutes les quatre séries $0^{\mu},67$; avec l'oculaire fixe, cette variation moyenne ($0^{\mu},865$) est d'un tiers environ plus forte que pour les observations faites avec l'oculaire mobile ($0^{\mu},60$).

Enfin, comme pour les erreurs d'observation, il n'existe pas non plus de différence entre la variation moyenne d'une détermination faite dans l'air ou dans la glycérine. J'avais déjà pu constater, dans des travaux métrologiques faits dans le temps à Berne, cette égalité de précision pour les observations dans l'air ou dans la glycérine, de sorte que l'immense avantage qu'offrent ces dernières pour la sûreté de la détermination de la température n'est acheté par aucune perte dans l'exactitude de l'observation optique.

Mais, pour revenir à notre sujet principal, ce qu'il importe ici de constater, ce n'est pas seulement l'écart *moyen* d'une mise au foyer et la variation moyenne qui en résulte pour la valeur du micromètre, mais aussi l'écart *possible*, ou, si l'on veut, les limites entre lesquelles on peut se tromper, en mettant ainsi au foyer d'après la netteté des images et la parallaxe, et l'erreur qui en résulte pour la valeur du micromètre, employé dans une détermination de l'équation de deux étalons; car nous ne supposons pas que, dans les longues opérations des très-nombreuses comparaisons d'étalons qu'on aura à exécuter dans le Bureau international, on se propose de mettre au foyer pour chaque observation individuelle, comme nous l'avons fait ici dans un but d'expérimentation spéciale; mais qu'on se contentera de mettre au foyer pour chaque série d'observations à faire sur deux étalons à la même température ; autrement on prolongerait non-seulement outre mesure chaque détermination, mais surtout on risquerait : ou bien, si l'on obtenait la mise au foyer par le mouvement des microscopes, de déplacer l'axe optique de ces derniers pendant une comparaison, ou bien, si l'on voulait le faire en rapprochant ou en éloignant les étalons, de déranger tous les autres ajustements des règles, si longs et si pénibles à obtenir. Or, si l'on garde ainsi la même mise au foyer pour toute une série d'observations, constituant une comparaison de deux étalons à une certaine température, il est évident qu'on est exposé pour toute cette détermination à une erreur de mise au foyer et conséquemment à une erreur constante du micromètre contenue dans les limites caractérisées par les écarts maxima que nous avons trouvés dans nos expériences.

En d'autres mots, ce que nous cherchons à élucider dans cette étude, ce n'est pas seulement l'écart moyen ou probable d'une détermination qui résulte de l'imperfection de la mise au foyer, mais aussi l'écart maximum auquel on est exposé de ce chef; car, la mise au foyer restant la même pour toute une comparaison, cet écart devient une erreur constante de cette détermination qui ne s'élimine pas par le nombre des observations individuelles.

Nous avons donc ajouté au tableau suivant, dans la dernière colonne, pour chaque série le plus grand écart de chaque intervalle. On voit que cet écart maximum est, en moyenne des quatre séries et des deux intervalles, $1^{\mu},30$ et que le maximum absolu qui se soit rencontré est de $2^{\mu},17$. Ici encore on constate que, pour l'oculaire mobile, la valeur moyenne ($1^{\mu},25$) est d'un tiers plus faible que la valeur moyenne ($1^{\mu},94$) pour l'oculaire fixe, tandis que la différence est très-peu sensible entre les observations faites dans l'air et dans la glycérine.

Après ces explications, voici le tableau qui résume, à tous ces points de vue, nos observations :

SÉRIE.	OCULAIRE.	MILIEU.	MISE AU FOYER. Distance moyenne entre l'objectif et la plaque.	MISE AU FOYER. Écart moyen.	MISE AU FOYER. Écart maxim.	1er INTERVALLE. 2e trait. — 1er trait. — Moyenne de 10 déterminations de 5 pointés chacune.	1er INTERVALLE. ε Erreur moyenne d'observation.	1er INTERVALLE. ε' Erreur moyenne d'une détermination.	1er INTERVALLE. υ Variation moyenne d'une détermination.	1er INTERVALLE. Écart maximum.	IIe INTERVALLE. 3e trait. — 2e trait. — Moyenne de 10 déterminations de 5 pointés chacune.	IIe INTERVALLE. ε Erreur moyenne d'observation.	IIe INTERVALLE. ε' Erreur moyenne d'une détermination.	IIe INTERVALLE. υ Variation moyenne d'une détermination.	IIe INTERVALLE. Écart maximum.
			mm	± mm	mm	μ	± μ	± μ	± μ	μ	μ	± μ	± μ	± μ	μ
I.	Fixe...	dans l'air....	13,2	0,020	0,051	403,01	0,27	0,98	0,94	2,17	396,89	0,23	0,82	0,79	1,70
II.	Mobile.	dans l'air.....	13,2	0,014	0,031	403,63	0,23	0,48	0,42	0,88	397,39	0,21	0,57	0,53	1,06
III.	Mobile.	dans la glycérine (3mm,9).	14,4	0,015	0,035	(399,75)	0,25	0,62	0,56	1,55	398,78	0,20	0,73	0,70	1,28
IV.	Mobile.	dans la glycérine (8mm,5).	15,7	0,009	0,031	403,20	0,25	0,95	0,92	1,46	397,47	0,28	0,54	0,47	1,26
		Moyenne.....		0,015	0,037	403,28	0,25	0,76	0,71	1,52	397,63	0,23	0,67	0,62	1,08

Pour récapituler en chiffres le résultat principal de nos quatre séries d'observations, nous avons trouvé que : pour une variation moyenne de $0^{mm},015$ de la mise au foyer, *la variation moyenne d'un intervalle de* $0^{mm},4$ *est de* $0^{\mu},67$; et pour la moyenne de l'écart maximum ($0^{mm},037$) de la mise au foyer, *l'écart maximum d'un intervalle de* $0^{mm},4$ *est en moyenne de* $1^{\mu},30$.

Avant de tirer de ces résultats les conclusions pour la question qui nous occupe, je tiens à discuter encore un doute qui pourrait s'élever sur l'interprétation de ces chiffres. Est-ce que les variations que nous avons observées dans la valeur des intervalles sont réellement et exclusivement dues aux variations de la mise au foyer ? Est-ce qu'il ne pourrait pas exister pour les observations microscopiques de ce genre des variations physiologiques, comme il existe par exemple pour les observations astronomiques de passage des variations de l'équation personnelle d'une étoile à l'autre et d'un jour à l'autre, abstraction faite de l'erreur d'observation proprement dite qui résulte de l'accord des fils, de sorte que ce serait cette variation physiologique, c'est-à-dire ce changement systématique dans la manière d'observer se produisant d'une détermination à l'autre, qui expliquerait, en partie du moins, les variations des valeurs que nous avons constatées ?

Il est vrai de dire qu'il est difficile de se rendre compte d'une variation physiologique dans de pareilles observations ; car, si l'on peut concevoir que, dans une détermination, l'observateur ait une tendance inconsciente à forcer tous les pointés, et dans une autre la tendance contraire, ce serait finalement sans influence sur les valeurs des intervalles, qui ne sont que des différences de ces pointés. Cependant nous ne voulons pas nier absolument que les variations que nous avons trouvées peuvent, dans une certaine mesure et en partie, provenir de causes accidentelles autres que les changements de foyer.

Pour se rendre compte numériquement jusqu'à quel point il en est ainsi, le meilleur moyen aurait été sans doute de faire, dans les mêmes circonstances, une ou deux séries de dix déterminations, entre lesquelles on n'aurait pas varié la mise au foyer. Je regrette de n'avoir pas eu le temps de retourner à Genève pour l'exécuter [1].

---

[1] Depuis lors, mon collègue, M. Plantamour, a eu la complaisance d'exécuter, sur ma demande, avec le même microscope, une pareille série de dix déterminations de cinq pointés chacune, sans aucun changement de foyer. D'après les données que M. Plantamour vient de me transmettre, elles montrent, avec une erreur d'observation de $\pm 0^{\mu},25_4$, une variation

Mais, en l'absence d'un tel contrôle direct, il nous semble qu'il existe un moyen d'examiner d'une autre façon si les changements de la mise au foyer sont du moins la cause principale des variations des intervalles : c'est de voir si les écarts des intervalles sont, non pas rigoureusement proportionnels aux écarts de foyer (ce serait trop demander, déjà en raison des erreurs d'observation), mais s'ils montrent du moins un parallélisme général ; c'est ce qu'on verra en comptant dans chaque série le nombre de cas où les signes des deux écarts sont d'accord et, en outre, si les valeurs maxima et minima coïncident pour les écarts de la mise au foyer et pour les écarts des intervalles.

Dans la première série, on trouve d'abord huit (sur dix) coïncidences de signes, pour les deux intervalles, avec les signes des écarts du foyer ; ensuite le maximum du foyer coïncide avec le maximum du premier intervalle, et pour le second la valeur maxima (395,58) ne diffère de la valeur correspondante (395,46) que très-peu et seulement dans les limites des erreurs d'observation ; au minimum de la mise au foyer correspond le minimum du second intervalle et celui du premier (399,18) diffère de la valeur correspondante (399,48) également dans les limites de l'incertitude.

Pour la seconde série nous avons entre les signes des écarts du foyer et ceux des écarts du premier intervalle neuf, et avec ceux du second intervalle huit coïncidences. Pour le premier intervalle, les valeurs extrêmes correspondent à celles du foyer et pour le second ce n'est que le maximum (395,78), qui s'écarte de $0^{\mu},04$ seulement de la valeur correspondante.

Dans la troisième série on trouve huit coïncidences de signes pour le

---

physiologique, d'une détermination à l'autre, de $\pm 0^{\mu},37$. Si l'on pouvait admettre, sans autre, l'égalité des variations physiologiques pour nous deux, ce qui, d'après l'expérience des travaux que nous avons faits ensemble dans le temps à Berne, serait permis et se justifie aussi par l'égalité presque complète de nos erreurs d'observation, il en résulterait donc qu'une partie des variations serait, en effet, due à d'autres causes que les changements de foyer, et nous aurions, pour la partie qui provient de cette dernière cause :

$$\sqrt{(\pm 0,665)^2 - (\pm 0,37)^2} = \pm \underline{0^{\mu},55}.$$

J'ajoute encore que l'écart maximum dans la série de M. Plantamour est de $0^{\mu},96$ pour l'un des invervalles et de $0^{\mu},75$ pour l'autre ; tandis que, en variant les mises au foyer, les écarts maxima vont chez moi jusqu'à $2^{\mu},17$ et $1^{\mu},70$.

premier intervalle et neuf pour le second ; pour le premier les valeurs extrêmes correspondent à celles du foyer, et pour le second le maximum seul s'écarte de la valeur correspondante, mais encore dans les limites des erreurs d'observation.

Enfin pour la quatrième série, formée seulement de neuf déterminations, il y a huit coïncidences de signes pour le premier intervalle et sept pour le second ; les valeurs extrêmes du second intervalle correspondent à celles de la mise au foyer ; il en est de même pour le maximum du premier intervalle, et son minimum (399,36) ne s'éloigne de la valeur correspondante que de $0^{\mu},10$.

En somme, *pour les* 39 *déterminations, les signes des écarts de la mise au foyer coïncident avec ceux des écarts du premier intervalle en* 33 *cas, et avec ceux du second intervalle dans* 32 *cas, ce qui donne* 83 *pour* 100 *de coïncidences des signes, et les valeurs extrêmes des intervalles correspondent partout aux valeurs extrêmes de la mise au foyer, dans les limites des erreurs d'observation.*

D'après cela il nous semble évident que les variations des intervalles observées doivent être attribuées essentiellement aux changements de la mise au foyer.

Il ne nous reste, pour terminer, qu'à déduire de ces données l'erreur moyenne et l'erreur possible auxquelles on se trouverait exposé dans la comparaison réelle de deux étalons, si l'on voulait faire abstraction des traits auxiliaires et se borner à mettre au foyer d'après la netteté et la parallaxe des images.

Or on voit immédiatement que, dans une telle comparaison, où il s'agit de pointer sur deux traits placés sur deux règles juxtaposées pour lesquelles il faut mettre au foyer d'une manière indépendante, l'erreur de l'intervalle entre les deux, provenant de cette source, doit être de $\sqrt{2}$ plus forte que celle que nous avons trouvée dans nos expériences, où les deux traits étaient tracés sur une seule et même plaque. Et comme, en outre, la même incertitude de mise au foyer se produit pour les deux microscopes aux deux bouts des étalons, il est évident que, pour l'équation des deux règles, l'incertitude provenant de la mise au foyer doit être de $\sqrt{2} \times \sqrt{2}$ plus forte, c'est-à-dire double de celle que nous avons trouvée par nos expériences.

Par conséquent, *l'erreur moyenne d'une comparaison de deux étalons provenant de l'incertitude de la mise au foyer est de* $\pm 1^{\mu},33$, *ou, si l'on veut en défalquer la variation physiologique, en tout cas*

$\pm 1^{p},1$, *et l'erreur possible provenant de cette source peut monter, en moyenne, à* $\pm 2^{p}.60$, *et au maximum à* $\pm 4^{p},3$.

D'après cela, il résulte des expériences que nous avons faites qu'*on ne saurait se passer des traits auxiliaires, même en employant des oculaires mobiles*.

Dr Ad. Hirsch.

Neuchâtel, le 13 novembre 1876.

ANNEXE N° VI.

NOTE SUR L'INFLUENCE DE LA MISE AU FOYER

ET DE

L'INCLINAISON DES MICROSCOPES SUR LES MESURES MICROMÉTRIQUES;

PAR W. FOERSTER.

ANNEXE N° VI.

Note sur l'influence de la mise au foyer et de l'inclinaison des microscopes sur les mesures micrométriques.

I.

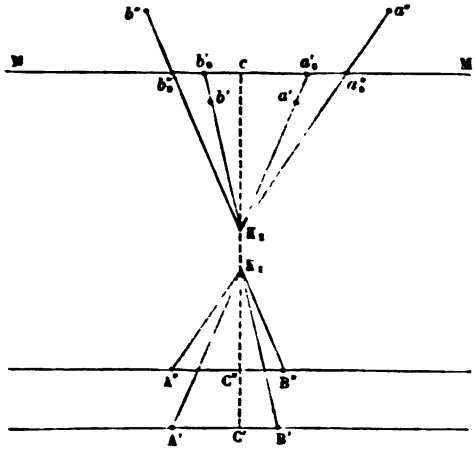
Les influences dont il est question ici sont soigneusement déterminées et éliminées en Astronomie dans les lectures microscopiques des cercles divisés; mais, dans les mesures linéaires de haute précision, on les a très-souvent négligées, à tort à ce que nous croyons.

Il ne sera donc pas sans importance pour les travaux métrologiques de rappeler et de préciser les principes des corrections de cette provenance, et de prouver la nécessité urgente pour les travaux de haute précision d'en tenir compte à l'aide de mesures d'intervalles auxiliaires combinées avec les mesures principales.

Le microscope est représenté dans notre figure par les points fondamentaux K_1 et K_2 de son objectif et par le centre C de son plan micrométrique MM. Les deux points K_1 et K_2 sont les deux centres angulaires du système dioptrique (premier et second point nodal), qui généralement, et en beaucoup de cas sans erreur notable, sont indifféremment confondus en un seul point, le *centre optique*, mais qui, dans la pratique micrométrique des microscopes, doivent être soigneusement discernés. Pour plus de simplicité, j'ai placé le centre C du réseau micrométrique (croisé des fils fixes ou le point zéro du micromètre) dans l'axe optique K_1K_2 du microscope et j'ai supposé d'abord la direction de cet axe optique rigoureusement normale à l'intervalle linéaire AB, qui dans les deux positions A'B' et A"B" est présenté à la mesure micrométrique. Dans la première position de l'intervalle linéaire A'B', l'image dioptrique du point A' est formée en a' et l'image

de B' en b' ; de même, dans la seconde position A"B", l'image du point A" se trouve en a'', celle du point B" en b'' : il s'agit alors de déterminer pour chacun de ces quatre points son lieu micrométrique, c'est-à-dire le point du réseau micrométrique MM, dont l'image, dessinée par l'oculaire et l'œil sur la rétine, coïncide avec l'image du point de l'objet en question dessinée par l'effet de l'objectif combiné avec celui de l'oculaire du microscope et de l'œil, sur la même rétine.

Une considération élémentaire fait voir que ce lieu micrométrique



pour chacun des points A', B', A", B" sera le point d'intersection du rayon principal K_2a', K_2b', K^2a'', K_2b'' avec le plan micrométrique, c'est-à-dire l'intervalle micrométrique correspondant à l'objet A'B' sera l'étendue $a'_0b'_0$; l'intervalle micrométrique correspondant à l'objet A"B" sera l'étendue $a''_0b''_0$.

On s'en rend facilement compte quand on simplifie le problème dioptrique en n'introduisant dans le microscope que des cônes lumineux très-minces ou si, pour passer à la limite, on réduit ces cônes aux rayons principaux K_1A', K_1B', K_1A'', K_1B'',.... On voit alors immédiatement que seulement le point d'intersection d'un de ces rayons avec le plan micrométrique peut se projeter sur la rétine, en coïncidence avec l'image du centre émanant du rayon principal en question.

Pour des cônes lumineux plus étendus, suivant l'ouverture plus ou moins grande de l'objectif du microscope, le problème de la coïnci-

dence des images des objets avec les images de certains intervalles de l'échelle micrométrique intérieure se complique un peu par les effets de ce qu'on appelle, peu heureusement, la *parallaxe des images*.

Par exemple, l'image microscopique du point lumineux A', formée sur la rétine moyennant un cône lumineux assez étendu, ne sera pas stigmatique en même temps que l'image de son lieu micrométrique, c'est-à-dire du point a'_0 (convenablement éclairé ou visible moyennant un éclairage qui produit sur la rétine le réseau micrométrique sous forme d'une image d'ombre).

Dans une position de l'oculaire et de l'œil, qui dessine sur la rétine une image stigmatique du point a'_0, l'image du point A' ne sera plus un point, mais une aire lumineuse, dont les contours seront déterminés par une section du cône émanant du point A' et passant à travers les surfaces dioptriques. Le centre d'intensité de cette image plus ou moins diffuse variera de position relativement à l'image du point a'_0, si une de ces surfaces dioptriques, par exemple l'oculaire ou l'œil, se déplace par rapport à l'axe du cône lumineux, au point que des parties de ce cône soient interceptées et ne parviennent plus à la rétine.

On sait que l'apparition des phénomènes de ce genre, dits *parallactiques* et très-nuisibles à l'observation précise, fixe en général les extrêmes limites admissibles pour la variation de la distance des objets, de manière que, en dedans de ces limites, on peut au besoin se dispenser de la petite modification, pour ainsi dire parallactique, résultant de la théorie donnée ci-dessus ; à plus forte raison on pourra négliger les effets de l'interception partielle d'un des cônes lumineux, qui pourrait être amenée par la variation de la distance elle-même de l'objet, si cette variation dépasse de beaucoup les limites mentionnées au delà desquelles la parallaxe sur la rétine de l'œil commence à se faire sentir.

Notre figure, expliquée de cette manière, montre que

$$\frac{a''_0 b''_0}{A''B''} = \frac{CK_2}{C''K_1}$$

et

$$\frac{a'_0 b'_0}{A'B'} = \frac{CK_2}{C'K_1}.$$

Comme, par supposition, $A'B' = A''B''$, on trouve

$$\frac{a''_0 b''_0}{a'_0 b'_0} = \frac{C'K_1}{C''K_1}.$$

Si l'on désigne la longueur $a'_0 b'_0$, c'est-à-dire la valeur micrométrique de A'B', par s, la longueur $a''_0 b''_0$, c'est-à-dire la valeur micrométrique du même objet dans la position A"B", par $s + \Delta s$, la longueur C'K_1, c'est-à-dire la première distance de l'objet au centre angulaire K_1 de l'objectif, par f, la longueur C"K_1, c'est-à-dire la seconde distance de l'objet au même centre K_1 de l'objectif, par $f + \Delta f$, l'équation prend la forme suivante :

$$\frac{s + \Delta s}{s} = \frac{f}{f + \Delta f},$$

d'où nous tirons, en négligeant les produits des valeurs $\frac{\Delta s}{s}$ et $\frac{\Delta f}{f}$, toujours très-minimes dans les cas métrologiques, avec une approximation presque absolue,

$$\frac{\Delta s}{s} = -\frac{\Delta f}{f}.$$

II.

La première preuve expérimentale pour notre formule est fournie par les mesures de M. Hirsch communiquées dans son *Étude* (voir *Annexe* n° V).

Pour avoir un contrôle du degré d'approximation de cette esquisse d'une théorie élémentaire, j'ai traité les quatre séries de M. Hirsch séparément par la méthode des moindres carrés, en introduisant comme première inconnue le rapport $\frac{\Delta s}{\Delta f}$ $\left(\text{qui, d'après la formule, devrait être égal à } \frac{s}{f}\right)$, ensuite comme seconde inconnue une correction constante de la valeur initiale de l'intervalle, correspondant à la valeur initiale de f, et enfin comme troisième inconnue une variation, proportionnelle au temps, du point zéro des indications de la vis mesurant les distances de l'objet. En prenant pour unité des Δf

$$10^r = 47^\mu,4$$

et en exprimant les Δs également en microns, j'ai trouvé :

Par la série I.	(oculaire fixe). . .	$\Delta s = +1^\mu,54 \pm 0^\mu,16$	avec $f =$	$13^{mm},2$
» II	(» mobile).	$\Delta s = +1,31 \pm 0,08$	»	13,2
» III	(» »).	$\Delta s = +1,47 \pm 0,13$	»	14,4
» IV	(» »).	$\Delta s = +1,64 \pm 0,14$	»	15,7

Les erreurs probables que nous avons ajoutées aux valeurs de Δs démontrent la réalité des résultats; pour les trois premières séries elles n'atteignent pas le $\frac{1}{9}$ de l'inconnue, et pour la quatrième série, dans laquelle les variations de la distance ont été plus faibles, l'erreur probable reste encore au-dessous du quart de la valeur.

Afin de comparer ces résultats de l'expérience à la théorie, j'ai calculé, d'après la formule, la valeur $\Delta s = -\frac{s}{f}\Delta f$, en prenant pour f les valeurs indiquées par M. Hirsch; pour $\Delta f = -47^{\mu},4$ et pour $s = 0^{mm},400$, j'ai trouvé

Pour la série	I...	$\Delta s = 1^{\mu},44$
»	II..	$\Delta s = 1,44$
»	III..	$\Delta s = 1,32$
»	IV..	$\Delta s = 1,21$

valeurs qui s'accordent avec les résultats de l'observation à peu près dans les limites des erreurs probables qui ne sont dépassées que légèrement pour les séries II et III.

Par conséquent, la formule représente assez bien ces séries; on peut donc réduire maintenant les quatre résultats à une seule et même valeur de f ($13^{mm},2$ par exemple) pour les réunir en valeur moyenne; on trouve ainsi :

Pour $f = 13^{mm},2$ par la série	I..	$\Delta s = 1^{\mu},54 \pm 0^{\mu},16$	oculaire fixe	
et $\Delta f = -47^{\mu},4$ »	II..	$\Delta s = 1,31 \pm 0,08$	oculaire mobile	
»	III.	$\Delta s = 1,60 \pm 0,14$	oculaire mobile	
»	IV.	$\Delta s = 1,95 \pm 0,52$	oculaire mobile	

et en formant la moyenne probable :

Pour l'oculaire fixe...	$\Delta s = 1^{\mu},54 \pm 0^{\mu},16$
Pour l'oculaire mobile.	$\Delta s = 1,39 \pm 0,07$

On voit que les deux valeurs ne diffèrent que dans la limite de leur incertitude, ce qui, tout en confirmant la formule, nous permet de réunir tout dans le résultat final, pour lequel nous trouvons ainsi : $\Delta s = 1^{\mu},42 \pm 0^{\mu},06$, tandis que la formule donne dans ces conditions $\Delta s = 1^{\mu},44$.

Cette minime différence entre les valeurs expérimentale et théorique reste non-seulement dans les limites de l'erreur probable de la première, mais aussi dans la limite d'exactitude avec laquelle on

a pu déterminer la valeur de f. Comme on n'a mesuré que la distance entre la surface antérieure de l'objectif et l'objet, la valeur théorique de Δs doit même résulter trop forte de quelques unités de la dernière décimale.

J'ajoute encore à cette discussion des observations de M. Hirsch qu'après l'élimination des trois inconnues (dont les deux dernières n'atteignent, du reste, que de très-faibles valeurs), l'erreur probable d'une détermination n'est guère que de $0^{\mu},19$, tandis que M. Hirsch conclut des écarts des pointés individuels une erreur moyenne de $0^{\mu},24$, par conséquent l'erreur probable de $0^{\mu},16$. On doit conclure de cette légère différence que la théorie rend suffisamment compte de ces données d'observation, et que ces mesures ne sont pas sujettes à des sources sensibles d'erreurs accidentelles autres que celles que M. Hirsch a caractérisées comme *erreurs d'observation* et aux variations qui, d'après notre théorie, résultent de la mise au foyer.

III.

Afin de me procurer une autre confirmation du degré suffisant d'approximation de la formule dans des circonstances essentiellement différentes, j'ai fait une série d'observations au moyen d'un microscope de notre machine à diviser de Repsold, qui ont donné le rapport $\frac{\Delta s}{\Delta f}$ plus directement que les mesures de M. Hirsch, avec lesquelles on se proposait en même temps de fixer les valeurs moyennes et extrêmes de f. J'ai déterminé ces dernières par une série spéciale d'expériences, et ensuite j'ai cherché la valeur de Δs qui corresponde à la valeur maxima de Δf, par une seule série de mesures.

Le microscope dont je me servais se prêtait particulièrement à cette recherche, puisque, à cause de la faible ouverture (7 millimètres) de son excellent objectif achromatique, le cône de lumière qui entre dans l'œil n'a qu'une section de quelques dixièmes de millimètre et produit ainsi sur la rétine des images qui, même dans le cas de diffusion, sont de faible étendue, ce qui permet de varier les distances de l'objet dans des limites considérables.

Avec les précautions habituelles dans ces mesures, il n'en résulte aucun inconvénient, tandis que l'amoindrissement de l'influence de fortes valeurs de Δf sur la précision des images est favorable à l'usage de ce microscope pour l'examen des divisions, dont les surfaces soi-disant planes montrent souvent de fortes ondulations.

Avec une valeur initiale de $f = 51^{\text{m.m}},5$ j'ai mesuré deux intervalles de $0^{\text{mm}},4$ au moyen d'une vis dont une partie valait à peu près 1^{μ}, et j'ai obtenu les valeurs moyennes suivantes :

	$s_1 = 396^{\text{p}},5$	$s_2 = 398^{\text{p}},4$
	395,1	398,9
	396,3	398,3
	396,0	398,1
	396,6	398,6
Moyennes.....	396,10	398,46
Correction périodique de la vis...	+0,15	+0,05
	$s_1 = 395,25$	$s_2 = 398,51$

Comme valeur initiale de f, j'avais pris une des valeurs extrêmes, pour lesquelles la netteté et la stabilité des images étaient encore suffisantes pour ne pas compromettre la mesure.

Ensuite on a rapproché l'objet de $0^{\text{mm}},1988$ (quantité mesurée au moyen d'un niveau qui indique l'inclinaison du porte-objet jusqu'à $0^{\text{mm}},0005$ près), ce qui représente l'autre valeur extrême admissible pour f. Dans ces conditions, j'ai trouvé :

	$s_1 + \Delta s_1 = 398^{\text{p}},3$	$s_2 + \Delta_2 = 399^{\text{p}},9$
	398,3	400,1
	398,1	399,3
	397,8	399,6
	397,6	399,9
Moyennes.....	398,02	399,76
Correction périodique de la vis....	−0,10	0,00
	$s_1 + \Delta s = 397,92$	$s_2 + \Delta s_2 = 399,76$

L'erreur probable de ces moyennes s'est trouvée égale à $\pm 0^{\text{p}},12$.

En admettant, pour les petites différences dont il s'agit, $1^{\text{p}} = 1^{\mu}$, on trouve donc, en réunissant les deux séries, pour un intervalle de $398^{\text{p}},8$ ($= 400^{\mu}$) et pour la variation $\Delta f = 198^{\mu},8$,

$$\Delta s = 1^{\mu},46 \pm 0,12,$$

tandis que la formule donne

$$\Delta s = +1^{\mu},54,$$

ce qui s'accorde de nouveau dans les limites de l'erreur probable. Pour la valeur de $\Delta f = 47^{\mu},4$ adoptée pour le calcul des mesures de M. Hirsch, notre microscope aurait donné $\Delta s = 0^{\mu},34 \pm 0^{\mu},03$.

L'*Exposé de la situation des travaux au* 1er *octobre* 1876, publié par la Section française, contient (*voir* p. 58, 59) des expériences faites par M. Oudemans pour rechercher l'incertitude de la mesure d'un intervalle de $s = 97^{\mu},16$, due à l'incertitude de la mise au point. Bien qu'on n'ait pas mesuré au Conservatoire les variations des distances de l'objet, nous pouvons, à l'aide de la théorie que nous venons de démontrer expérimentalement, utiliser ces observations pour l'étude de notre sujet.

Si l'on désigne par m_s l'incertitude moyenne de la mesure d'un intervalle s provenant exclusivement de l'incertitude moyenne m_f, à laquelle on est exposé dans la mise au point, notre formule donne

$$m_f = m_s \times \frac{f}{s}.$$

Or, d'après l'*Exposé*, p. 23, pour le microscope dont s'est servi M. Oudemans, f était égal à $23^{mm},6$, et M. Oudemans a trouvé m_s (quantité qui est désignée à la page 59 par m_b) $= 0^{\mu},09$. On a donc

$$m_f = 0^{\mu},09 \times \frac{23.6}{0,09716} = 21^{\mu},8.$$

Cette incertitude de la mise au point est encore sensiblement plus forte que celle trouvée par M. Hirsch, chez lequel $m_f = 15^{\mu}$ (*voir* la note précédente, p. 260), ce qui donne, avec $f = 13^{mm},2$ et pour $s = 0^{mm},4$,

$$m_s = 0^{\mu},46.$$

Or, d'après les mesures de M. Oudemans, réduites à un intervalle de $0^{mm},4$, l'incertitude moyenne de la mesure d'un pareil intervalle serait

$$m_s = 0^{\mu},38.$$

IV.

Il s'agit maintenant d'examiner jusqu'à quel point de pareilles incertitudes, qui ont été fixées d'accord par MM. Hirsch et Oudemans à $0^{\mu},4$ environ pour un intervalle de $0^{mm},4$, peuvent être envisagées et

traitées comme de simples erreurs de pointé. Même s'il en était ainsi, l'erreur du pointé, qui du reste peut être réduite à $0^{\mu},2$ ou $0^{\mu},1$, se trouverait augmentée de $0^{\mu},4$ et de $0^{\mu},2$ lorsqu'il s'agit d'un intervalle de $0^{mm},2$; augmentation qui, certes, n'est pas à négliger. Toutefois, et contrairement à la manière de voir exprimée dans l'*Exposé* (p. 59, 1er alinéa), il faut bien remarquer qu'on ne peut ainsi traiter les erreurs provenant de la mise au foyer à l'égal des simples erreurs de pointé, qu'à condition qu'on ait exécuté pour chaque mesure *individuelle* une mise au foyer *indépendante;* or, pour des séries considérables de travaux métrologiques, cela comporterait une complication presque insupportable et diminuerait même d'une manière regrettable cette uniformité et continuité dans le travail qui importe surtout pour des mesures optiques délicates.

Je crois même pouvoir soutenir que les incertitudes de la mise au point ne doivent pas être assimilées aux erreurs fortuites d'observation, et que les résultats moyens de nombreuses répétitions de la mise au point peuvent différer de la véritable mise au foyer, bien au delà de ce que ferait supposer la faible erreur probable de ces résultats, attendu que des circonstances d'une nature très-délicate peuvent influencer des séries entières d'une manière *constante*.

J'ai pu m'en convaincre par des séries de mise au point que j'ai exécutées dernièrement avec le microscope Repsold, dont il a été question.

Lorsque je partais d'une valeur moyenne de f, obtenue par un certain nombre de mises au point exécutées d'abord de haut en bas, ensuite de bas en haut, et qu'ensuite pour les essais ultérieurs je ne m'éloignais pas beaucoup de cette position moyenne, ou du moins lorsque, après l'avoir changée considérablement, je revenais rapidement en arrière environ de la même quantité (sans le vouloir), alors je ne trouvais que de faibles variations de la mise au point, de l'ordre de celles trouvées par MM. Hirsch et Oudemans, de sorte que la valeur moyenne de la mise au foyer semblait devenir exacte à quelques microns près.

Mais si alors j'éloignais l'objet jusqu'à la disparition complète de l'image et le ramenais ensuite lentement, non-seulement au point où les images commencent à devenir bonnes, mais jusqu'à la position jugée la meilleure, où l'image est la plus nette possible et la parallaxe des fils la plus insensible, alors je trouvais, en exécutant ensuite de nouveau un nombre égal de mises au point, une valeur moyenne de f qui différait de la première valeur moyenne de 30^{μ}, c'est-à-dire du *double* de l'erreur moyenne d'une mise au point *individuelle*. La

même chose se répétait systématiquement lorsque je procédais en sens contraire; seulement le signe de la différence constante était le contraire aussi. Ce n'est qu'en procédant ainsi systématiquement par de nombreuses séries que j'ai pu obtenir finalement, par la moyenne des écarts symétriques et tout à fait indépendants, la véritable mise au foyer, ou du moins la plus probable, avec un accord entre les séries répétées, semblable à celui qui s'était montré d'abord, d'une manière parfaitement illusoire, entre les mesures individuelles d'une série moins étendue et moins complète.

Or il est évident qu'il serait impossible de vouloir accompagner chaque mesure individuelle d'un intervalle de traits, d'une semblable série complète de mises au point, symétriquement arrangées, accompagnées de nombreuses lectures de la distance de l'objet. Et cependant, sans cette précaution, des circonstances particulières, telles que différences d'aspect des traits et des surfaces réfléchissantes sur lesquelles ils sont tracés, l'éclairage, la disposition de l'œil, l'attention dirigée sur tel détail de l'image, etc., pourront influencer et fausser très-sensiblement même les moyennes de nombreuses mises au foyer.

Je ne disconviens pas que la faible ouverture de mon objectif peut avoir contribué à augmenter ces incertitudes; car, bien que l'essentiel sous ce rapport soit la section du cône de lumière à son entrée dans l'œil, il est vrai que, toutes autres circonstances égales, l'incertitude de la mise au point est inversement proportionnelle à peu près au carré de l'ouverture de l'objectif, ainsi que je l'ai vu confirmer par des expériences spéciales, dans lesquelles j'ai réduit l'ouverture de l'objectif tout en augmentant l'intensité de l'éclairage.

Cependant l'augmentation de l'ouverture de l'objectif, désirable à ce point de vue, est assez limitée dans les mesures microscopiques par d'autres conditions optiques; et un microscope à grand objectif et très-long foyer, avec une très-faible distance focale de l'oculaire, n'offrirait point des avantages réels pour de pareilles mesures.

Sous ce rapport, l'éclairage intérieur, avec tous les avantages qu'il présente, a aussi un léger inconvénient, parce qu'il comporte (*voir* par exemple l'*Exposé*, p. 26) une diminution de l'ouverture effective de l'objectif. Dans certaines conditions (qui ne semblent pas se rencontrer pour le microscope de Paris), la perte d'une moitié de l'objectif pourrait modifier la valeur que nous avons trouvée pour $\frac{\Delta s}{\Delta f}$, en partant de la supposition que les surfaces épanouies des images soient symétriques par rapport au rayon central passant par le centre de

l'objectif. Avec telle position de la moitié efficace de l'objectif, la valeur de $\frac{\Delta s}{\Delta f}$ se trouvera augmentée, avec telle autre diminuée [1].

V.

Il résulte de ce qui précède que, dans la pratique métrologique, il faudra tenir compte désormais du fait que même la répétition de nombreuses mises au point n'offre pas de garantie suffisante pour l'exactitude de la focalisation moyenne et pour l'identité des distances des objets. Mais, en outre, il ne faut pas oublier que la méthode de pareilles focalisations répétées entraînerait des déplacements de masses considérables, soit de la table du comparateur, soit du moins des étalons, et cela immédiatement avant qu'on procède aux mesures les plus délicates; ce qui est contraire aux principes d'une métrologie rationnelle, qui veut qu'on évite d'obtenir les derniers ajustements par de semblables déplacements, à cause des tensions et des compensations subséquentes qui suivent toujours les mouvements de masses un peu considérables. Ce principe est surtout important pour les pointés des traits d'étalons, parce qu'on ne peut pas obtenir une parfaite simultanéité pour les opérations à exécuter aux deux bouts des règles.

Dans la lecture microscopique des divisions de cercle, on ne songe pas non plus à déplacer chaque fois tout l'instrument dans le sens de l'axe du cercle, jusqu'à ce qu'on obtienne les meilleures images de la division dans les microscopes. On emploie plutôt généralement la méthode de déterminer pour toute distance du limbe, dans laquelle on peut encore faire des pointés suffisamment exacts, le *run*, c'est-à-dire le rapport numérique qui existe dans chaque cas particulier entre les indications du micromètre et la valeur linéaire de l'unité angulaire sur le limbe; et l'on se sert pour cela tout simplement d'un certain nombre des intervalles de la division elle-même.

Eh bien, ce moyen, aussi simple qu'il est exact, doit être employé également dans les mesures linéaires, toutes les fois qu'il s'agit de

---

[1] Il sera même possible, comme dernièrement (janvier 1878) M. le prof. Abbe, de Iéna, me l'a fait remarquer, de diminuer systématiquement l'influence des différentes mises au foyer par une modification du microscope, à laquelle on est conduit précisément par les considérations qui précèdent. L'importance des traits auxiliaires n'en reste pas moins très-considérable, ainsi que cela résulte des explications données dans les paragraphes V et VI.

mesurer, au moyen du microscope, des intervalles linéaires dépassant $0^{mm},05$. En vue de la réforme métrologique que nous sommes appelés à réaliser, il est rationnel de munir les prototypes, sous forme de traits auxiliaires, d'une mesure absolue pour les déterminations microscopiques des différences de longueur et de dilatation, et d'assurer en même temps la propagation ultérieure d'unités micrométriques exactes.

Il est vrai qu'on sera obligé ainsi de pointer chaque fois un ou deux traits de plus; mais une augmentation pareille de pointés toujours semblables ne saurait être comparée à la peine des manipulations et à la fatigue de l'œil, causées par les répétitions continuelles des mises au point.

On pourrait encore faire une dernière objection à l'introduction des traits auxiliaires ou des intervalles de contrôle sur les étalons, savoir qu'on ne saurait déterminer les valeurs absolues de ces intervalles, qu'il faudrait cependant connaître pour s'en servir dans le but d'éliminer l'incertitude des mises au point; et cela parce que, dans leur détermination microscopique, on se trouverait de nouveau en face de la même incertitude de la mise au foyer.

Cependant rien n'est plus facile. On sait qu'avec deux microscopes solidement réunis et déplacés parallèlement au moyen d'un chariot guidé par un prisme ou un cylindre on peut, en pointant toujours très-près de l'axe de chaque microscope et évitant ainsi toute influence sensible de la mise au foyer, déterminer avec une grande précision relative et absolue les intervalles des échelles divisées; des arrangements faciles à réaliser servent, dans cette méthode, à éliminer aussi le défaut de parallélisme dans le mouvement du chariot. Après avoir ainsi vérifié en détail une échelle en dixièmes de millimètre tracée sur une mince lamelle en platine iridié, on n'a qu'à la placer parallèlement à l'axe de l'étalon, à côté du groupe des traits terminaux et auxiliaires, pour pouvoir déterminer, par le mouvement parallèle de deux microscopes, la valeur absolue des intervalles de contrôle, sans avoir à craindre aucune influence nuisible de la mise au foyer.

Il va sans dire qu'il n'importe nullement que tous les intervalles auxiliaires des étalons aient exactement une seule et même valeur; ils peuvent parfaitement différer de quelques centièmes de millimètre; pour servir aux calculs de réduction des comparaisons, il suffit qu'on puisse déterminer leur longueur à $0^{\mu},1$ près, ce qui n'offre aucune difficulté.

VI.

Il convient d'ajouter encore quelques mots sur la manière d'utiliser les intervalles auxiliaires dans les comparaisons des étalons au moyen de deux microscopes et du mouvement transversal par lequel on amène les traits terminaux des deux étalons alternativement sous les microscopes. On verra que la position normale des axes optiques, supposée dans le premier paragraphe, est d'une grande importance.

D'après ce qui précède, on peut admettre que les distances des traits à l'objectif (K_1), malgré tous les soins avec lesquels on met au foyer d'après la netteté de l'image et l'absence de la parallaxe, peuvent varier dans les limites de 100^{μ} à 200^{μ}; cette valeur de 200^{μ} sera cependant rarement dépassée. Maintenant, si les points de vision des deux microscopes, conjugués exactement au centre de leurs plans micrométriques intérieurs, ont été amenés dans le même plan horizontal avec toute la précision qu'on peut obtenir par les moyennes de nombreux pointés sur des surfaces bien planes et soigneusement mises de niveau, on comprend que, malgré l'incertitude de chaque mise au foyer et les petites différences qui en résultent pour la distance des traits aux microscopes, les surfaces des mesures ne s'écarteront du plan horizontal que d'une quantité qui ne dépasse pas sensiblement une minute d'arc; car, en supposant même que la déviation ait lieu dans le sens opposé aux deux extrémités du mètre, son inclinaison par rapport au plan horizontal serait au maximum $\text{arc}\sin\frac{0^{mm},4}{1000^{mm}}$, c'est-à-dire de $1',4$.

Par conséquent si, par un des moyens connus, on rend les axes optiques des microscopes verticaux dans les limites de 1 minute d'arc, on peut donc les rendre normaux à la direction de l'étalon dans la limite de $2',4$.

Après avoir ainsi rendu, dans ces limites, les axes des microscopes perpendiculaires aux étalons, en supposant ces axes définis par le croisé des fils ou quelque autre zéro du micromètre, ce que l'on peut se permettre, pourvu que le zéro du micromètre soit assez bien centré par rapport au véritable axe optique du microscope, voici les règles à suivre pour utiliser les intervalles auxiliaires.

Outre les traits terminaux de chaque étalon, on pointe toujours les traits auxiliaires qui se trouvent placés à côté dans le même plan, et au moyen de la véritable valeur linéaire de cet intervalle auxiliaire on détermine ainsi pour chaque cas la valeur linéaire de l'unité micro-

métrique, correspondant à la distance actuelle de l'objet. C'est avec cette valeur linéaire qu'on multiplie les nombres des parties du micromètre qu'on a trouvées pour la distance entre le trait terminal de l'étalon et le zéro du micromètre. Naturellement on procède de même pour le second étalon, et à l'autre bout pour l'autre microscope. Alors on trouve la véritable différence linéaire des pointés sur les traits terminaux de chaque bout des deux étalons égale à la *différence* des valeurs linéaires des distances entre l'image de chaque trait terminal et le zéro du micromètre, qui lui-même représente l'intersection de l'axe optique avec le plan micrométrique.

Cette réduction, abstraction faite des erreurs d'observation, sera exacte à $0^{\mu},1$ près, si la ligne joignant le zéro du micromètre au second point nodal K_2' de l'objectif ne diffère pas de la normale aux étalons (qui est dans notre cas la verticale) au delà de $1',7$. Si l'angle de cette ligne avec ladite normale était plus fort, la réduction, dans le cas d'un écart de la mise au foyer atteignant 200^{μ}, cesserait d'être exacte à $0^{\mu},1$ près, quelle que soit la différence de longueur des deux étalons ou la différence d'excentricité des deux pointés dans le champ micrométrique.

En effet, on comprendra par une simple figure que, si l'on néglige les termes des corrections secondaires, dans ces mesures micrométriques il serait plus exact de prendre pour point zéro des lectures et des calculs de réduction non pas le zéro, mais plutôt le point du micromètre dont la ligne de jonction avec le second point nodal (K_2) de l'objectif est perpendiculaire au plan des étalons; il est facile de voir que, si i désigne l'angle d'inclinaison que la ligne de jonction entre le zéro du micromètre et le point nodal fait avec la normale au plan des étalons, la valeur linéaire de la différence entre les deux pointés sur les traits terminaux des deux règles, que l'on trouve en partant toujours du zéro du micromètre, sera déterminée avec une erreur qu'on peut exprimer approximativement par la formule $\Delta \times \tang i$, si Δ désigne l'écart entre les distances à l'objectif dans les deux mises au foyer. Lorsqu'on prend alors, d'après ce qui a été dit, 200^{μ} pour valeur extrême de Δ, on voit en effet que la formule conduit, pour une limite de cette erreur égale à $0^{\mu},1$, à la limite de l'angle i que nous avons indiqué, savoir $1',7$.

Dans les mesures fondamentales d'angle, on connaît et l'on tient parfaitement compte de cette source d'erreur, parce que l'usage des cercles divisés comporte des variations assez considérables de la distance à l'objectif.

Dans les mesures linéaires au contraire, on les a trop négligées, parce qu'on croyait les variations de la distance de l'objet plus faibles qu'elles ne sont en réalité.

Dorénavant il faudra porter une plus grande attention sur l'inclinaison des microscopes, dont nous avons parlé, et le meilleur moyen de le faire sera sans doute l'emploi du contrôle de la verticalité des axes optiques au moyen du bain de mercure, tel que les frères Brunner l'ont proposé.

Mais précisément à cause des erreurs sensibles d'inclinaison des microscopes, qu'on ne pourra pas contrôler partout et chaque fois par ces moyens de réflexion sur des surfaces horizontales, l'emploi des intervalles auxiliaires gagne en importance, parce qu'ils permettent de tenir compte de ces erreurs d'inclinaison encore après coup, au moyen des différences des distances à l'objectif, dont ces intervalles fournissent la connaissance.

Berlin, le 28 janvier 1877.

W. Foerster.

4060 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

FAC BEOC FRONTEM

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

Form 418